



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

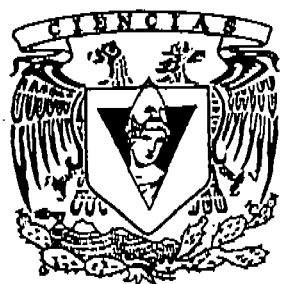
"CONCEPCIONES SOBRE BIODIVERSIDAD EN  
ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN UN  
CENTRO DE EDUCACIÓN NO FORMAL"

**T E S I S**

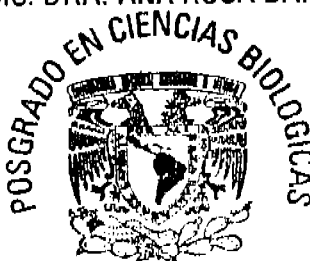
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)**

P R E S E N T A :

**BÁRBARA REACHY VALDES**



DIRECTORA DE TESIS: DRA. ANA ROSA BARAHONA ECHEVERRÍA



COORDINACIÓN

NOVIEMBRE, 2004



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**

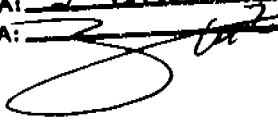
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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.

Autorizo a la Biblioteca Central de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Barbara Rechy  
Valdes

FECHA: 2 Diciembre 2004

FIRMA: 

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**



**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
COORDINACIÓN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 9 de agosto del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **Reachy Valdes Barbara**, con número de cuenta **92622771** con la tesis titulada: "**Concepciones sobre Biodiversidad en estudiantes de Secundaria en un centro de Educación no formal**", bajo la dirección del(a) **Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría**.

Presidente:	Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría
Vocal:	Dr. Edgar González Gaudiano
Secretario:	Dra. Alicia Castillo Álvarez
Suplente:	Dr. Rodolfo Dirzo Minjarez
Suplente:	Dra. Laura Barraza Lomelí

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F. a, 12 de noviembre del 2004

  
Dr. Juan José Morrone Lupi  
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

*Agradezco el apoyo de todas las personas con quien conviví durante esta intensa trayectoria de mi vida.*

*En especial agradezco el amor de JJCH.*

*Agradezco el apoyo brindado por CONACYT, DGEF y los miembros de mi comité tutorial:*

*Tutora: Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría*

*Miembro del comité: Dra. Alicia Castillo Álvarez*

*Miembro del comité: Dr. Rodolfo Dirzo Minjarez*

*Por mi raza hablará el espíritu, México DF a 10 de Noviembre de 2004*

*A mis padres,*

*Con todo mi amor y gratitud*

*"¡Cuán distintos los sones de la formación iberoamericana! Semejan el profundo scherzo de una sinfonía infinita y honda; voces que traen acentos de la Atlántida, abismos contenidos en la pupila del hombre rojo, que supo tanto, hace tantos miles de años, y ahora parece que se ha olvidado de todo. Se parece su alma al viejo cenote maya, de aguas verdes, profundas, inmóviles, en el centro del bosque, desde hace tantos siglos que ya ni su leyenda perdura. Y se remueve esta quietud de infinito, con la gota que en nuestra sangre pone el negro, ávido de dicha sensual, ebrio de danzas y desenfrenadas lujurias. Asoma también el mogol con el misterio de su ojo oblicuo, que toda cosa la mira conforme a un ángulo extraño, que descubre no sé qué pliegues y dimensiones nuevas. Interviene así mismo la mente clara del blanco, parecida a su tez y a su ensueño...*

*Tantos que han venido y otros que vendrán, y así se nos ha de ir haciendo un corazón sensible y ancho que todo lo abarca y contiene y se conmueve; pero henchido de vigor, impone leyes nuevas al mundo. Y presentimos como otra cabeza, que dispondrá de todos los ángulos para cumplir el prodigio de superar a la esfera."*

*José Vasconcelos, "LA RAZA CÓSMICA"*

# **“CONCEPCIONES SOBRE BIODIVERSIDAD EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN UN CENTRO DE EDUCACIÓN NO FORMAL”**

**I. INTRODUCCIÓN** p.1

**II. OBJETIVOS** p.4

**III. ANTECEDENTES** p.6

**3.1 La Educación Ambiental: concepción adoptada** p.6

3.1.1 Conceptos básicos

3.1.2 Perspectivas desde donde abordar la Educación Ambiental

3.1.3 Principios directores y objetivos de la Educación Ambiental

3.1.4 Marco de referencia

**3.2 La Educación Ambiental en los centros de ciencias** p.12

Reachy, B.; Sánchez Mora, C. y A. Barahona. (en prensa). La Educación Ambiental en los Centros de Ciencia. En Barahona, A. y L. Almeida. *Educación para la conservación*. Ed. UNAM. México.

**3.3 Concepto de biodiversidad y aspectos ecológicos y sociales** p.27

3.3.1 Concepto de biodiversidad

3.3.2 Aspecto ecológico: la importancia de los procesos ecológicos

3.3.3 Aspecto social: relación entre biodiversidad y sociedad

**3.4 Perspectiva desde la cual se aborda la biodiversidad y temas**

<b>seleccionados</b>	p.32
3.4.1 Aspectos ecológicos	
3.4.2 Aspectos sociales	
3.4.3 Temas seleccionados	
<b>3.5 Situación educativa de la investigación</b>	p.38
3.5.1 Situación educativa de referencia en la presente investigación	
3.5.2 Perspectiva desde la cual se aborda la situación educativa	
<b>IV. METODOLOGÍA</b>	p. 47.
<b>4.1 Recolección de los datos</b>	p.47
4.1.1 Visitas guiadas	
4.1.2 Entrevistas	
4.1.3 Cuestionario	
<b>4.2. Análisis de los datos</b>	p.55
4.2.1 Visitas guiadas	
4.2.2 Entrevistas	
4.2.3 Cuestionario	
<b>V. RESULTADOS</b>	p.56
<b>5.1 Las visitas guiadas en el museo</b>	p.56
5.1.1 Concepto de biodiversidad	
5.1.2 Conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad	
5.1.3 Aspectos ecológicos de la biodiversidad	
5.1.4 Aspectos sociales de la biodiversidad	
<b>5.2 Las entrevistas</b>	p.58
5.2.1 Aspectos ecológicos de la biodiversidad	



5.2.2 Aspectos sociales de la biodiversidad y algunos conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad	
<b>5.3 El cuestionario</b>	p.65
5.3.1 Conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad	
5.3.2 Aspectos ecológicos de la biodiversidad	
5.3.3 Aspectos sociales de la biodiversidad	
<b>VI. DISCUSIÓN</b>	p.89
<b>6.1 Conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad</b>	p.89
6.1.1 Clasificación de los seres vivos en cinco reinos	
6.1.2 Ecosistema	
<b>6.2 Aspectos ecológicos de la biodiversidad</b>	p.94
6.2.1 Cadenas alimentarias	
6.2.2 Ciclo del carbono	
<b>6.3 Aspectos sociales de la biodiversidad</b>	p.101
6.3.1 Dependencia de las sociedades humanas de la naturaleza	
6.3.2 Problemas ambientales	
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	p.108
<b>LITERATURA CONSULTADA</b>	p.114
<b>APÉNDICE</b>	
Cuestionario	

## RESUMEN

En la actualidad existe una gran preocupación por nuestra relación con el medio ambiente basada en parte en la toma de conciencia sobre la fragilidad de la naturaleza, que no soportará por siempre el modelo de desarrollo preponderante en las sociedades actuales. En este contexto se ponen en marcha programas educativos tanto en el ámbito escolar como fuera de la escuela como por ejemplo en **Centros de Ciencias**, Parques, Granjas, Reservas Ecológicas, entre otros; se crea una nueva disciplina que es la **Educación Ambiental**, la cual puede decirse de manera general que pretende promover una mejor relación entre las personas, las sociedades y el medio ambiente.

Con el afán de participar en la reflexión sobre la mencionada situación social y ambiental, el presente trabajo de investigación se acerca a una problemática particular ubicada precisamente en la intersección entre la Educación Ambiental, los Centros de Ciencias y la biodiversidad. En particular, este trabajo surge de la preocupación por incorporar la Educación Ambiental en los Centros de Ciencias, en particular en el Museo de las Ciencias UNIVERSUM de la UNAM.

La primera parte de la investigación se refiere al marco teórico que la sustenta. Para comenzar se trata el concepto de Educación Ambiental, objeto de diversidad miradas; así mismo se plantean los principios, finalidades y objetivos de esta disciplina. Una vez que se ha definido la Educación Ambiental, se aborda la particularidad de esta disciplina en el marco de los Centros de Ciencia; dado que como se mencionó anteriormente, esta investigación se lleva a cabo en uno de estos sitios. Así, se ofrece una breve mirada sobre el enorme potencial que poseen los Centros de Ciencias como sitios en donde llevar a cabo la Educación Ambiental. Posteriormente se presentan la historia y definición del término biodiversidad, haciendo énfasis en la gran riqueza que posee México en este sentido así como en la importancia de la diversidad biológica para las personas, más allá de los límites geográficos. En el aspecto educativo, se profundiza en los aspectos ecológicos y sociales importantes para la comprensión del concepto de biodiversidad; así mismo se delimita el marco educativo que respalda la perspectiva bajo la cual se concibe la enseñanza-aprendizaje de este tema. La situación educativa particular de esta investigación se precisa posteriormente, así como la epistemología bajo la cual se realiza.

En lo que se refiere al marco empírico, se realizaron visitas guiadas, entrevistas y se aplicaron cuestionarios a grupos de visitantes del Museo UNIVERSUM, entre enero y octubre de 2002. Esto con el fin de caracterizar las concepciones sobre biodiversidad de una muestra de estudiantes de tercero de secundaria. Los resultados muestran una serie de errores e imprecisiones en las ideas de los jóvenes sobre el concepto de biodiversidad. Estos resultados sirven de base para el diseño de exhibiciones más eficientes sobre dicho tema, que favorezcan un aprendizaje significativo por parte de los alumnos. Así mismo esta investigación sienta las bases para la incorporación de la dimensión ambiental en los centros de ciencias, con exhibiciones diseñadas a partir de las ideas de los visitantes.

# Capítulo I

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran preocupación por nuestra relación con el medio ambiente. Tal preocupación por el medio ambiente y nuestra relación con este se manifiesta en todo lo que nos rodea, desde los medios de comunicación (televisión, radio, prensa), algunos programas gubernamentales (Programa Hoy no circula, suspensión de clases en los meses en los cuales tiene lugar el efecto invernadero, taxis ecológicos y una serie de reglamentaciones), varios productos (cuadernos ecológicos, alimentos orgánicos, productos biodegradables, reciclables, etc.), algunos programas internacionales (tales como el Programa Internacional de Educación Ambiental –PIEA- de la Organización de las Naciones Unidas –ONU-) e inclusive se manifiesta en la creación de todo un nuevo vocabulario. Se escuchan frecuentemente palabras tales como ecología, desarrollo sustentable, reciclaje, medio ambiente, se agrega el prefijo bio y eco a una serie de palabras, como en el caso del término biodiversidad.

Precisamente en el corazón de la problemática ambiental se encuentra el tema de la biodiversidad. La variedad de la vida en nuestro planeta, en todos sus niveles de expresión, se encuentra amenazada; así en 1986 en el "Foro Nacional sobre BioDiversidad" se emplea por vez primera este término para hacer un llamado por la preservación de la vida. A partir de entonces el término se hace cada vez más popular y la "Cumbre de la Tierra" celebrada en 1992 en Río de Janeiro, Brasil, es el evento internacional que lanza a la biodiversidad como un claro objetivo de la lucha socio ambiental. De esta conferencia surge la "Convención de Diversidad Biológica", en la cual se reconoce la importancia de la educación a favor de la biodiversidad.

Dada la problemática ambiental ligada a la biodiversidad, la gran riqueza biológica de México, y la importancia de la educación ambiental como medio para desarrollar una mejor relación persona-sociedad-medio ambiente, se consideró abordar en el presente trabajo el tema de la biodiversidad en la educación ambiental.

Ahora bien, dado que los problemas ambientales nos afectan a todos y que en mayor o menor grado son nuestra responsabilidad, la educación ambiental debe atender a todas las personas independientemente de su edad, actividad y situación escolar. Así, la educación ambiental no se limita al ámbito de la escuela sino que está presente también fuera de ella en lo que se denomina educación no formal e informal. En el ámbito de la educación ambiental no formal tienen un gran potencial los centros de ciencias, esto, aunado a que existen pocas investigaciones sobre educación ambiental en centros de ciencias, en particular en México, provocó que se decidiera realizar el presente trabajo en un centro de ciencias: el museo de las ciencias UNIVERSUM de la UNAM.

Si se analiza la situación educativa en un centro de ciencias se constata que consiste de un "agente" educativo que es: el personal del centro, desde las personas que planean y diseñan las exhibiciones hasta los anfitriones así como la diversidad de actividades y equipamientos; un "sujeto" que son: los visitantes del centro; y un "objeto" que en el caso de la educación ambiental son los objetivos de esta, es decir: la toma de conciencia, la adquisición de conocimientos, el desarrollo de actitudes y valores, así como el desarrollo de habilidades y la participación. Por supuesto entre estos agentes se establece una compleja red de relaciones pedagógicas. A partir de este análisis se definió el problema educativo específico que aborda la presente investigación.

En este trabajo se parte de la perspectiva de un componente del agente que es la planeación de las exhibiciones; dado que para desarrollar una exhibición museográfica en el marco de la educación ambiental, el primer paso es la planeación. Pero ¿cómo planear una exhibición en el área de la educación ambiental en un centro de ciencias? Uno de los aspectos fundamentales es realizar lo que se denomina un "estudio de visitantes", es decir investigar desde las características socio económicas de los visitantes del centro hasta sus gustos, intereses, habilidades pero sobretodo sus concepciones. Conocer las ideas previas de los visitantes es un elemento fundamental para diseñar exhibiciones y actividades adecuadas que realmente permitan un aprendizaje significativo.

De esta manera esta investigación se centra en el sujeto, es decir en los visitantes, pero siendo esto un universo demasiado grande fue necesario acotarlo. De tal manera se decidió trabajar con estudiantes de 3er grado de educación secundaria, esto por varias razones: una es que los estudiantes de secundaria son el público meta del museo de las ciencias UNIVERSUM, otra es que a esta edad los estudiantes, según Piaget, se encuentran en la etapa de pensamiento formal por lo que pueden abordar temas científicos ligados al concepto de biodiversidad, otra razón importante es que en este año los jóvenes ya no cursan la materia de biología por lo que la traducción de los resultados de esta investigación en un proyecto de educación ambiental permitirían que el museo cubriera temas importantes en la educación ambiental de éstos jóvenes; esto último aunado a que solo algunas escuelas de la República Mexicana imparten la materia de educación ambiental en tercero de secundaria.

Ahora bien, dado que el interés del trabajo está en conocer las concepciones de los jóvenes, se puede decir que se privilegia el aspecto cognitivo del sujeto. Aquí cabe mencionar que esto no significa que se esté negando la importancia de los aspectos afectivo y psicomotor.

En cuanto al objeto fue necesario definir qué aspectos de las concepciones de los estudiantes sobre biodiversidad se querían investigar. Siendo la biodiversidad un tema complejo, este trabajo se refiere particularmente a las concepciones que sobre algunos aspectos ecológicos y sociales de la biodiversidad, poseen los estudiantes. Los temas explorados fueron: la clasificación de los seres vivos, el concepto de ecosistema, algunos procesos ecológicos (ciclo

del carbono y cadenas tróficas), dependencia del ser humano de la naturaleza así como algunos problemas ambientales (en particular pérdida de la biodiversidad y cambio climático).

Es así como esta investigación se sitúa en la intersección entre la Educación Ambiental, los Centros de Ciencias y la biodiversidad. En particular, este trabajo surge de la preocupación por incorporar la Educación Ambiental en los Centros de Ciencias, en particular en el Museo de las Ciencias UNIVERSUM de la UNAM.

Como se verá más adelante, esta investigación trata conceptos controvertidos, situación derivada de la misma polémica que rodea a las cuestiones ambientales. Así, el tercer capítulo de este trabajo se refiere al marco teórico que lo sustenta. Para comenzar se trata el concepto de Educación Ambiental, el cual como se verá es objeto de diversas miradas. Así mismo se plantearán los principios, finalidades y objetivos de esta disciplina, considerados en esta investigación. Una vez que se ha definido la Educación Ambiental, se aborda la particularidad de esta disciplina en el marco de los Centros de Ciencia; dado que como se mencionó anteriormente, esta investigación se lleva a cabo en uno de estos sitios. Este capítulo ofrece una breve mirada sobre el enorme potencial que poseen los Centros de Ciencias como sitios en donde llevar a cabo la Educación Ambiental. También en los antecedentes el concepto de biodiversidad, haciendo énfasis en la gran riqueza que posee México en este sentido así como en la importancia de la diversidad biológica para las personas, más allá de los límites geográficos. Esta sección también se profundiza en los aspectos ecológicos y sociales importantes en la comprensión del concepto de biodiversidad, para posteriormente ahondar en el tratamiento del tema de biodiversidad en la educación ambiental y en el marco educativo que respalda la perspectiva bajo la cual se concibe la enseñanza de este tema así como los temas particulares elegidos. El capítulo tres concluye con la delimitación de la situación educativa particular de esta investigación, así como la epistemología bajo la cual se realiza.

Una vez establecido el marco teórico de este trabajo, se plantea el marco empírico, es decir, la metodología en el capítulo cuatro, los resultados en el capítulo cinco y la discusión de dichos resultados en el capítulo seis, para terminar con las conclusiones.

## **Capítulo II**

### **OBJETIVOS**

#### **2.1 Objetivo general**

El objetivo de la presente investigación es describir y analizar las concepciones que sobre algunos aspectos ecológicos y sociales relacionados con el tema de biodiversidad, posee una muestra de jóvenes de tercero de secundaria de la ciudad de México que visitan el Museo de las Ciencias UNIVERSUM de la UNAM.

#### **2.2 Objetivos particulares**

1-Describir y analizar las concepciones que sobre algunos **CONCEPTOS BÁSICOS** relacionados con el tema de Biodiversidad poseen los estudiantes. Los conceptos básicos considerados son:

##### **CLASIFICACIÓN DE LOS SERES VIVOS EN CINCO REINOS**

-Reino al que pertenecen algunos seres vivos

##### **ECOSISTEMA**

-Elementos que constituyen un ecosistema

2-Describir y analizar las concepciones sobre algunos aspectos ecológicos relacionados con la biodiversidad que poseen los estudiantes; en particular se tratarán algunos **PROCESOS ECOLÓGICOS**. Los procesos considerados son:

##### **CICLO DEL CARBONO**

-Etapas del ciclo del carbono:

-Incorporación del carbono atmosférico por los vegetales, en particular identificar el gas atmosférico necesario para la fotosíntesis.

-Incorporación del carbono atmosférico por los vegetales, en particular identificar la molécula orgánica (el carbohidrato) sintetizado gracias a la fotosíntesis.

-Proceso que permite la incorporación del carbono en el organismo de los animales.

-Forma en la cual regresa el carbono de los seres vivos a la atmósfera

##### **CADENAS TRÓFICAS**

-Cadena alimentaria donde intervengan bacterias, hongos, plantas y animales.

-Niveles tróficos

- Descomposición
- Productores y fotosíntesis

3-Describir y analizar las concepciones que sobre algunos aspectos de la **RELACIÓN SOCIEDAD-NATURALEZA** poseen los estudiantes. Los aspectos de la relación sociedad-naturaleza considerados son:

#### **DEPENDENCIA DE LA SOCIEDAD LA NATURALEZA**

-En lo que se refiere a recursos y servicios ambientales, pero también en lo que se refiere a su valor científico, cultural, recreativo, espiritual y estético.

#### **PROBLEMAS AMBIENTALES**

- Pérdida de la biodiversidad
- Cambio climático

## Capítulo III

### ANTECEDENTES

#### 3.1 La Educación Ambiental: concepción adoptada

La Educación Ambiental (de ahora en adelante EA) es un campo interdisciplinario de reciente reconocimiento institucional que ha sufrido transformaciones de acuerdo a la historia. No existe consenso sobre la fecha precisa de la creación del término, Thomas Pritchard lo sugiere en 1948 (Conferencia de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN en París) pero tuvieron que pasar más de dos décadas para que la denominación se estableciera, en esto último influyó el Programa Internacional de Educación Ambiental (PIEA) de la ONU de (González Gaudiano, 1993; Caride y Meira, 2001).

La corta historia de la EA ha estado acompañada de una gran variedad de concepciones, se trata de una breve pero intensa trayectoria en la cual ha habido varios posicionamientos teóricos (Gutiérrez, 1995). Algunos autores indican que la EA comenzó como una empresa de "despertar", de toma de conciencia (Sauvé, 1997), otros mencionan que surgió con una fuerte componente conservacionista y con los movimientos pedagógicos asociados al empleo de los recursos del entorno (escuela nueva) (Novo, 1996; González Gaudiano 1993).

En la actualidad prevalecen varias concepciones sobre lo que es la EA.

-Para Hungerford y Peyton (1996, p.XI) la EA parece ser un medio para mejorar la calidad del medio ambiente, según sus propias palabras, la EA pretende:

*"ayudar a la gente a estar informada sobre las cuestiones ambientales y, sobre todo, lograr formar unos individuos competentes y responsables, deseosos de intervenir, de forma individual o colectiva, para lograr y/o mantener un equilibrio dinámico entre calidad de vida y calidad del medio ambiente".*

-Para Eichler (citado por Caride y Meira, 2001, p.191) la EA parece ser equivalente a la enseñanza de la ecología:

*"La EA tiene su fundamentación incontrovertible que es la Ecología y aspira a constituir una ética ambiental... Cuando el individuo ha comprendido la esencia de la Ecología posee una guía clara del mundo, de sus pensamientos y actitudes en la vida y puede elaborar su propia ética del medio ambiente".*

-Para la UNESCO la EA debe formar para la resolución de los problemas ambientales:

*"La EA es concebida como un proceso permanente en el cual los individuos y la colectividad toman conciencia de su medio ambiente y adquieren los conocimientos, los valores, las*



*competencias, las aptitudes y también la voluntad que les permitirá actuar individual y colectivamente, para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente”*

-Una de las posturas más recientes es la propuesta de la educación para el desarrollo sustentable (y relacionadas con ella la educación para un futuro sustentable y la educación para la sustentabilidad) (Tilbury, 1995; Novo, 1996; Sauvé, 1998, 1999). Esta propuesta, que surge en la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil en 1992, concibe a la EA como un medio para lograr un desarrollo sustentable.

- La EA como práctica social crítica asume la crisis ambiental como socialmente conflictiva e ideológicamente controvertida. En consecuencia se concibe a la EA como una práctica social crítica orientada hacia la transformación de la realidad. Esta EA socialmente crítica seguiría un proceso de análisis crítico de las realidades ambientales, sociales y educativas interrelacionadas (portadoras o reflejo de las ideologías), con el fin de transformarlas y promoverla la construcción de un desarrollo humano alternativo (Caride y Melra, 2001, p. 214):

*“Se trata de una ciencia crítica que persigue un interés educativo de desarrollo de la autonomía racional y de formas democráticas de vida social”*

La EA es objeto de un amplio rango de concepciones, desde las más estrechas, que reducen la EA a la enseñanza de la ecología o las ciencias ambientales hasta las más generales que indican que la EA persigue el desarrollo óptimo de los jóvenes y la construcción de una mejor sociedad. La diversidad de concepciones sobre EA se relaciona con la naturaleza de la educación puesto que ésta subyace a toda organización social y en tanto fenómeno social no se sustrae a una determinada posición ideológica. González Gaudiano (1993 p.45) indica que la EA: *“representa un nuevo campo del quehacer pedagógico que asume diversas posiciones teóricas, desde las cuales se interpreta la realidad. Estas posiciones identifican no sólo los problemas que se consideran relevantes en el campo y sus prioridades de atención, sino los enfoques con los que serán atendidos”*

La diversidad de concepciones sobre EA se relaciona con la naturaleza de la educación puesto que ésta subyace a toda organización social y en tanto fenómeno social no se sustrae a una determinada posición ideológica. González Gaudiano (1993 p.45) indica que la EA: *“representa un nuevo campo del quehacer pedagógico que asume diversas posiciones teóricas, desde las cuales se interpreta la realidad. Estas posiciones identifican no sólo los problemas que se consideran relevantes en el campo y sus prioridades de atención, sino los enfoques con los que serán atendidos”*

En estos momentos, varios investigadores coinciden en que la EA es un campo en construcción y que es necesario detenerse en una reflexión profunda que permita situarla (de

Alba y González Gaudio 1997, Gutiérrez 1995). Caride y Meira (2001) señalan que se deben impulsar diversas formas de concebir la EA donde cada enfoque metodológico y su correspondiente paradigma puedan contribuir al cumplimiento de metas válidas y suficientemente fundamentadas. Se requiere mantener a la EA de manera coherente, entre fronteras abiertas y móviles, además, no se trata de eliminar la diversidad de concepciones sino de realizar un debate sano en el cual el espíritu crítico debe ser alentado; Sauvé (1997) propone la elaboración de una teoría global que no reduzca la diversidad sino que de cuenta de ella.

No es el objetivo del presente trabajo agregar a la enorme variedad de definiciones existentes sobre EA una definición propia, esto podría constituir el objetivo de una tesis. Sin embargo es necesario presentar la concepción sobre EA que se adopta. En esta sección se presentan las concepciones básicas y las perspectivas consideradas para abordar la EA, para posteriormente tratar los principios, objetivos y marco de referencia de la EA adoptados.

### **3.1.1 Conceptos básicos**

#### **-Concepto de medio ambiente**

Se considera al medio ambiente como aquel de todo ser vivo. Bajo esta visión ecocéntrica (el hombre es una de las formas de vida y no el centro) el medio ambiente es un conjunto de elementos biofísicos del medio de vida, en estrecha relación con los elementos socio culturales (sistemas p liticos, sociales, económicos, modos de producción, de vida, etc.). Los elementos socioculturales no son considerados por ellos mismos sino en función de sus relaciones con los elementos biofísicos del medio ambiente (Sauvé, 1997).

Tomando en consideración la tipología sobre las representaciones del medio ambiente propuesta por Sauvé (Sauvé y Garnier, 2000) en su estudio fenomenogr fico, se considera que el concepto de medio ambiente se puede abordar desde diferentes facetas complementarias: como un problema para resolver; como un conjunto de recursos para administrar; como la naturaleza para apreciar, respetar y preservar; como la biosfera donde vivir juntos y a largo plazo; como un lugar de vida para conocer y manejar y como un lugar comunitario donde comprometerse.

#### **-Concepto de educación**

En el presente trabajo se considera a la educación desde un punto de vista humanista, es decir ocupándose del sujeto, el cual debe desarrollarse en múltiples dimensiones (cognitiva, afectiva y psicomotriz). Así mismo no se debe perder de vista la interrelación sujeto-medio con el objetivo de lograr que las personas construyan una visión crítica así como un actuar pertinente (Sauvé, 1997).

De manera más general la EA no se percibe únicamente como un fin (formar ciudadanos responsables, mejorar el medio ambiente), sino ante todo como un proceso permanente e interdisciplinar, en el que se incluyen un conjunto de aprendizajes (conocimientos, habilidades, actitudes y valores).

#### -Concepto de la relación educación-medio ambiente

En cuanto a la relación educación-medio ambiente, se considera que se debe educar tanto "sobre" el medio ambiente (el medio ambiente es objeto), como "por medio" y "en" el medio ambiente (el medio ambiente es lugar y agente), así como "para" el medio ambiente (el medio ambiente es objetivo) (Gutiérrez, 1995).

### **3.1.2 Perspectivas desde donde abordar la EA**

Dado que la EA responde a tres problemáticas interrelacionadas: degradación del ambiente biofísico, alienación de las personas y sociedades con relación a su lugar de vida, y condiciones de enseñanza y aprendizaje tradicionales; a nuestro modo de ver debe ser considerada desde estas tres perspectivas complementarias (Gutiérrez, 1995; Sauvé, 1997):

#### -Perspectiva ambiental

Como herramienta de resolución de problemas y de gestión del ambiente biofísico, pero esencialmente como factor de cambio social en pro de la protección del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Se trata de una EA preocupada por la Tierra que dejaremos a nuestros hijos.

#### -Perspectiva educativa

Considera el desarrollo integral de la persona y del grupo social, la calidad del ser. Se trata de una EA preocupada por los hijos que dejaremos a esta tierra.

#### -Perspectiva pedagógica

Se centra en el proceso educativo. La EA se vislumbra como un factor de cambio en el dominio de la educación.

### **3.1.3 Principios directores y objetivos de la Educación Ambiental**

Son comúnmente tomados como punto de referencia los propuestos en la "Carta de Belgrado" (elaborada a partir del "Seminario Internacional de EA" que se celebró en 1975 en dicha ciudad) así como los propuestos en el reporte final de la "I Conferencia Intergubernamental de EA" de Tbilisi de 1977. En estas conferencias se delinearon ideas y principios básicos de la EA aún vigentes, que incluso sirvieron de base para la elaboración de la "Estrategia internacional de

acción en materia de educación y formación ambiental para la década de los noventa" de la UNESCO (Caride y Meira, 2001). Éstos principios básicos han servido de punto de partida en la mayoría de los programas de EA pero se han interpretado y adaptado de diferentes maneras, además de que se han articulado otras visiones.

En el presente trabajo se consideran los siguientes principios directores y objetivos:

### **Principios directores de la EA**

Tomados de Sauvé (1997), son los siguientes:

La EA desde la perspectiva ambiental, deberá favorecer:

- Una concepción global y sistémica del medio ambiente dónde las componentes biofísicas (naturales o artificiales) est n en estrecha interrelación con las componentes socioculturales (económicas, políticas, tecnológicas, históricas, morales, est ticas)
- Una aproximación tanto local, como regional, nacional e internacional del medio ambiente
- Una aproximación histórica del medio ambiente: tomar en cuenta las perspectivas del pasado, del presente y del futuro
- Una aproximación etnológica del medio ambiente: tomar en cuenta las representaciones sociales del medio ambiente, los aspectos culturales de la relación de los grupos sociales con el medio ambiente
- El estudio de problemas ambientales reales, permitiendo identificar los síntomas y las verdaderas causas de estos problemas
- El desarrollo de competencias relativas a la resolución de problemas (como la toma de decisiones) y a la ecogesti n
- El ejercicio de la participación activa en la resolución de problemas y en la ecogesti n en la perspectiva de un desarrollo de sociedades viables

Desde una perspectiva educativa la EA deberá favorecer:

- El aprendizaje continuo y permanente, a todas las edades y en todos los sectores de actividades, tanto en el plano escolar como fuera de él
- El desarrollo de múltiples dimensiones de la persona (cognitiva, afectiva, social, moral, práctica, etcétera)
- El desarrollo de habilidades relativas al análisis y la clarificación de valores
- El desarrollo de rigor y espíritu crítico
- El ejercicio y la valoración de la cooperación en el aprendizaje y en la resolución de problemas ambientales
- El desarrollo de competencias relacionadas con la transformación social, en la perspectiva del desarrollo de sociedades viables y harm nicas

Desde una perspectiva pedagógica la EA debería favorecer:

- Una orientación comunitaria: el medio comunitario puede ser lugar, recurso, agente y meta del aprendizaje
- La experiencia concreta, directa
- La flexibilidad de las estructuras institucionales: explotación de posibilidades de apertura espacio/temporales y disciplinares
- La interdisciplinariedad
- La participación del sujeto en la gestión del aprendizaje
- El trabajo cooperativo

### **Objetivos de la EA**

Fijados en Belgrado en 1975 y prácticamente ratificados por la Conferencia Internacional de Educación Ambiental de Tbilisi en el año 1977, son los siguientes (Gutiérrez, 1995, Novo, 1995; Caride y Meira, 2001):

- Toma de conciencia: ayudar a las personas y a los grupos sociales a que adquieran mayor conciencia del medio ambiente en general y de los problemas conexos, y a mostrarse sensibles a ellos.
- Conocimientos: ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir una comprensión básica del medio ambiente en su totalidad, de sus problemas y de la presencia y función de la humanidad en él, lo que entraña una responsabilidad crítica.
- Actitudes: ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir valores colectivos, un profundo interés por el medio ambiente y la voluntad que los impulse a participar activamente en su protección y mejoramiento.
- Aptitudes: ayudar a las personas y a los grupos sociales a adquirir las aptitudes necesarias para resolver los problemas ambientales.
- Participación: ayudar a los individuos y a los grupos sociales a que desarrollen su sentido de responsabilidad y a que tomen conciencia de la urgente necesidad de prestar atención a los problemas del medio ambiente, para asegurar que se adopten medidas adecuadas al respecto.

### **3.1.4 Marco de referencia**

Con respecto al marco de referencia, las concepciones y prácticas de la EA son tributarias de la pluralidad de contextos donde ésta se sitúa. En el presente trabajo, la EA se sitúa en el contexto de la educación no formal, en particular en un centro de ciencias. En el siguiente capítulo se abordan con más detalle las características de la EA en los centros de ciencias.

## La Educación Ambiental en los Centros de Ciencia

Bárbara Reachy Valdés, María del Carmen Sánchez Mora y Ana Barahona Echeverría

*"Es septiembre del año 2017: ¡todos los museos del planeta celebran el 25° aniversario de la cumbre de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo! La morosidad que había rodeado las propuestas del plan de acción de aquella cumbre en su 11° aniversario, ha terminado. En efecto, con grandes esfuerzos, las grandes potencias fueron unánimes sobre las amenazas al planeta y finalmente ratificaron un protocolo de entendimiento sobre los problemas ambientales... En este año una exposición fascina particularmente al público. Se presenta el rol histórico de los museos con relación al conocimiento ambiental y a su preservación. Los visitantes, nostálgicos, se conmueven ante las colecciones de especímenes naturales, animales disecados, fósiles y antiguos herbarios; todo dispuesto en cajas de maderas preciosas, para reproducir la atmósfera de los preciados museos de ciencias de los siglos XIX y XX. En aquella época, como lo explica el robot guía, ¡el público tenía acceso a estas colecciones! Actualmente algunas piezas son preservadas como reservas de ADN para el clonaje de especies de seres vivos desaparecidos. El recorrido se termina con réplicas de exposiciones de finales del siglo XX donde se explicaba el ciclo de la vida, del agua o del carbono, como en los manuales escolares de primaria. En la actualidad todo esto nos parece un poco antiguo, pasado de moda y sobre todo ¡algo aburrido! En 2017 preferimos las simulaciones de los tribunales internacionales sobre el medio ambiente y las discusiones virtuales ¡con los más grandes científicos del planeta!*

*¿Ciencia ficción? Tal vez, pero mientras el medio ambiente permanezca relegado de las prioridades internacionales el tiempo nos alcanzará y las soluciones ambientales no surgirán solas". Drapeau, 2002.*

La preocupación que Drapeau expresa en la visión futurista transcrita en el párrafo anterior, nos remonta a los dos terrenos de discusión tratados en el presente artículo; el primero se refiere, desde luego, al papel fundamental que puede desempeñar la Educación Ambiental (de ahora en adelante EA) para promover una mejor relación entre la sociedad y el medio ambiente; y el segundo, que presenta a los Centros de Ciencia como foro alternativo o complementario a la EA.

Para poder adentrarnos en la discusión anunciada será necesario plantear de inicio, de manera general, una definición de EA así como los objetivos que ésta persigue; para así poder hablar de sus ámbitos de aplicación. Como podrá verse posteriormente, la EA no se restringe a la escuela formalmente instituida y la posibilidad que tiene de desempeñarse en otros ámbitos, entre ellos los educativos no formales, permite vislumbrar nuevas opciones de acceso a quienes por edad o falta de oportunidades se han alejado de la escuela.

Casualmente, los Centros de Ciencia han surgido como instituciones donde se facilita el ejercicio de la educación no formal y donde así mismo, la forma peculiar que tienen de mostrar la ciencia y de involucrar en ella al público no especialista, los convierte en sitios idóneos para sumarse a los diversos esfuerzos por promover la EA. De esta forma, este capítulo concluye con la intención de señalar a los lectores las posibilidades educativas no formales que ofrecen los relativamente nuevos Centros de Ciencia.

# 1 La Educación Ambiental

## Definición y objetivos

El joven campo de la EA, cuya institucionalización y reconocimiento se remonta a finales de la década de los sesentas es objeto de un amplio rango de concepciones, desde las más estrechas, que la reducen a la enseñanza de la ecología o las ciencias ambientales, hasta las más generales, que postulan que la EA persigue el desarrollo óptimo de los jóvenes y la construcción de una mejor sociedad (Caride y Meira, 2001; González Gaudiano, 1993; Novo, 1995). Entre estas dos visiones se encuentra un amplio rango de concepciones, por lo que varios investigadores señalan la necesidad de elaborar una teoría global de la EA (González Gaudiano, 1993; Gutiérrez, 1995; Sauvé, 1997).

Como punto de referencia, en el presente capítulo adoptamos la definición de la UNESCO:

*“La EA es concebida como un proceso permanente en el cual los individuos y la colectividad toman conciencia de su medio ambiente y adquieren los conocimientos, los valores, las competencias, las aptitudes y también la voluntad que les permitirá actuar individual y colectivamente, para resolver los problemas actuales y futuros del medio ambiente”*

Sin embargo consideramos que la EA no debe contemplarse únicamente desde una perspectiva *ambiental* como es el caso en la definición anterior; sino también desde una perspectiva *educativa y pedagógica* (Sauvé, 1997), así planteamos que:

-Desde una *perspectiva ambiental*, la EA pretende contribuir a la conservación, restauración y mejora de la calidad del medio ambiente, soporte de la vida y de la calidad de vida. Se trata de una educación **para el medio ambiente**. En palabras de Saint Exupéry: * qu  Tierra dejaremos a nuestros hijos?*

-Desde una *perspectiva educativa*, se trata de favorecer el desarrollo óptimo de las personas y de los grupos sociales a través de su relación con el medio ambiente. Es decir una educación **para el desarrollo óptimo de las personas y de los grupos sociales**. En palabras de Saint Marc: * qu  hijos dejaremos a ésta Tierra?*

-Desde una *perspectiva pedagógica*, la EA pretende contribuir a promover el desarrollo de una educación más adaptada a la realidad del mundo actual y a las necesidades de las sociedades contemporáneas. Se trata de una EA como un movimiento educativo **para el desarrollo de una educación más acorde con las características del mundo contemporáneo**.

En cuanto a los objetivos de la EA, suelen tomarse como punto de referencia los propuestos por la UNESCO, si bien éstos han sido interpretados de diversas maneras (Sauvé, 1997). Estos son: toma de conciencia, conocimientos, actitudes, aptitudes, capacidad de evaluación y participación.

Antes de hablar del papel que pueden desempeñar los Centros de Ciencia en la EA se hará una breve descripción de los ámbitos en los cuales se puede llevar a cabo la EA y una breve reseña sobre el campo de la EA no formal en México.

## Amplio terreno de acción

Existe una amplia gama de ámbitos en los que se puede desarrollar la EA que oscila desde situaciones altamente planificadas y con una función educativa explícita, hasta otras, donde el contenido educativo está sólo latente y no ha sido considerado de modo intencional. Estas distintas formas educativas no son excluyentes sino complementarias y configuran una oferta extensa y profunda de EA (Novo, 1995).

Dentro de tal variedad pueden considerarse tres asepciones, la EA formal, la no formal y la informal (González-Gaudiano, 1993; Novo, 1995; Sauvé, 1997).

La *Educación Ambiental formal* es aquella que se realiza a través de las instituciones escolares y planes de estudio que configuran la acción educativa, desde la educación infantil pasando por la primaria, secundaria y preparatoria hasta la universidad. Una característica fundamental de la educación ambiental formal es su **intencionalidad y especificidad** (Novo, 1995). Se asocia con la enseñanza definida en los planes de estudio oficiales y se puede integrar de diversas maneras a la escuela (en un contexto disciplinar o transversal) (Sauvé, 1997).

La *Educación Ambiental no formal* es aquella que es intencional, pero que se lleva a cabo fuera del ámbito escolar por parte de otro tipo de entidades, ya sean gubernamentales, sociales o privadas; que la desarrollan de manera libre según intereses específicos. Es el caso de granjas-escuela, aulas de naturaleza, centros de educación ambiental, centros de interpretación ambiental, centros de ciencias, museos, jardines botánicos, zoológicos, programas gubernamentales de EA, etc. (González Gaudiano, 1992; Novo, 1995).

La *Educación Ambiental informal* es aquella que realizan los medios de comunicación y que tiene lugar pese a la falta de intencionalidad educativa de quienes la promueven. Esto no significa que quienes escriben un artículo o preparan un reportaje televisivo no deseen ayudar a las personas a formarse opiniones y criterios, pero ni el emisor ni el receptor se reconocen explícitamente como participantes de una acción educativa. Ambos participan en un fenómeno de comunicación que contiene dimensiones educativas latentes, pero que es ante todo comunicativo. Se trata entonces de un proceso ecléctico y circunstancial, que permite varias lecturas y encuentros. La comunicación tanto por medios audiovisuales como escritos, tiene un enorme impacto no sólo informativo sino formativo, sin embargo, no posee las condiciones para una evaluación fiable de logros educativos; a pesar de esto este campo puede ser un verdadero refuerzo de la EA formal (Novo, 1995; Sauvé, 1997).

Como puede apreciarse, la EA formal, la no formal y la informal no constituyen compartimentos cerrados, sus fronteras son difusas y en esas fronteras se producen encuentros fructíferos desde el punto de vista formativo como por ejemplo (Gutiérrez, 1995):

- La apertura de la escuela al medio social y natural a través de visitas, salidas y excursiones al entorno.
- La incorporación al ámbito formal de perspectivas más completas y globales, de modelos de aprendizaje más espontáneos, de dinámicas de interacción más flexibles capaces de vincular los acontecimientos reales de la vida cotidiana con el trabajo académico ordinario.
- La expansión de los procesos educativos a contextos externos a las instituciones educativas, estableciendo con ellos mecanismos de conexión y cooperación pedagógica.



Los tres ámbitos en los que se puede llevar a cabo la educación ambiental configuran un verdadero sistema, de modo que se influyen mutuamente. En nuestra sociedad de comunicación, podría considerarse que el conocimiento ambiental que las personas construyen surge de la interacción entre su acervo cognitivo y afectivo con esta red de ámbitos de la EA. Las acciones de la escuela, las de la televisión, las de los grupos ecologistas, las de los museos o las granjas-escuela, todas ellas están interactuando y retroalimentándose (Falk y Dierking, 2000; Novo, 1995).

#### No solo se aprende en la escuela: la Educación Ambiental no formal

Este importante ámbito de la EA ha tenido un enorme despliegue en los últimos años, en gran parte porque en él pueden desarrollarse procesos mucho más flexibles que en la enseñanza formal, al no hallarse sometida a las exigencias que aquella comporta. Sin embargo, es preciso realizar programas y evaluaciones serios con la ayuda de equipos interdisciplinarios, así como explotar las potencialidades de esta modalidad sin caer en la imitación o duplicación de los procedimientos escolares (Novo, 1995).

Como se muestra en la siguiente tabla, las facilidades educativas que ofrece el ámbito no formal son diferentes de aquellas que ofrece la enseñanza formal (Meredith, Fortner y Mullins, 1997; Ramey-Gassert y Walberg, 1994); sin embargo como se mencionó anteriormente, los límites entre estos dos ámbitos no son rígidos y en su frontera se pueden dar interesantes puntos intermedios.

ENSEÑANZA NO FORMAL	ENSEÑANZA FORMAL
Es voluntaria (visitantes acuden por gusto, por placer e interés de aprender)	Es obligatoria (estudiantes acuden por obligación)
Para público heterogéneo (edad, grupo social, nivel cultural, procedencia geográfica, etc.)	Para grupos más homogéneos (edad, grupo social, nivel cultural, procedencia geográfica, etc.)
Es de corta duración (algunas horas o pocos días)	Es de larga duración (constante durante todo el año escolar)
Promueve aprendizaje por elección libre	Promueve aprendizaje por obligación y prescrito por la entidad
Se desarrolla en un ambiente novedoso y variable, genera curiosidad y motivación	Se desarrolla en un ambiente estructurado y constante, no motiva
Estimula la interacción social	Estimula el trabajo individual
La comunicación se basa en el empleo de objetos y ayudas visuales	La comunicación es oral y a base de símbolos
No requiere certificación	Requiere certificación

La educación no formal ofrece aportaciones especiales a la sociedad (Gutiérrez, 1995) como por ejemplo:

- Espacios de aprendizaje diferentes a la escuela, donde lo tradicional pueda complementarse con las más modernas tecnologías
- Mayor número de opciones y actividades para fundamentar el trabajo educativo y la intervención pedagógica.
- Nuevas metodologías, más directas y flexibles, más lúdicas y cooperativas.

- Nuevos agentes educadores, especializados en la animación y el respeto ambiental, con formación suficiente en el terreno de la ecología y la pedagogía como para poner en marcha programas de intervención creativos.
- Nuevas formas de organización temporal, que trasciendan el horario escolar o permitan aprovecharlo para conectar con nuevas experiencias en periodo lectivo.
- Una oferta educativa más diversificada de posibilidades pedagógicas para la formación permanente de todos los sectores de población en temas ambientales.
- Una visión más amplia y flexible de las disciplinas que se ocupan de lo educativo.
- Nuevas necesidades de implementación metodológica adaptadas a los contextos, sus recursos y agentes pedagógicos.

Para Gutiérrez (1995), la educación no formal constituye en la actualidad una vía de progreso e innovación pedagógica, puesto que en ella se hacen sentir las necesidades más novedosas de los nuevos contextos sociales y por consiguiente deberán ser atendidas más intensamente por la investigación educativa.

Finalmente, habrá que mencionar que las opciones físicas o entidades para que se lleve a cabo la EA no formal son muy variadas baste con mencionar algunas de ellas: granjas-escuela, centros de ecodesarrollo, colonias de verano y campamentos, parques, huertos-escuela, jardines botánicos, zoológicos, centros de turismo rural, áreas naturales protegidas y desde luego los Centros de Ciencia (González-Gaudiano, 1993; Gutiérrez, 1995).

### **La Educación Ambiental no formal en México**

La situación de crisis ambiental desencadenó en la región de América Latina y el Caribe, una saludable reacción colectiva que generó innumerables programas de EA a comienzos de los años ochenta (Castillo, 1999). Por lo que se refiere a la **EA no formal**, ésta se inicia en Latinoamérica a **finales de la década de los ochenta** y recibe un mayor impulso con la "Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo" que tuvo lugar en Río de Janeiro, Brasil en junio de 1992. En éste ámbito la EA surge en México con más ímpetu que en el campo formal, poco apoyado posiblemente debido a que la práctica de la EA se inició fuera del marco educativo institucional (la SEP Secretaría de Educación Pública) (de Alba y González Gaudiano, 1997; González Gaudiano, 1992; Lara, 1996).

Las acciones en el ámbito no formal proceden de los sectores gubernamental, social (organizaciones no gubernamentales -ONG's-, comunidades) y privado. Posiblemente las ONG's constituyan el grupo donde se realicen más esfuerzos de este tipo (Lara, 1996); si bien existen varios ejemplos de colaboración entre los diversos sectores. En cuanto a las personas implicadas en estas acciones, también existe gran diversidad: líderes comunitarios, formadores, técnicos, estudiantes, supervisores, profesores, investigadores y muchos que se denominan educadores (aunque muchas veces no tienen una formación profesional); y los destinatarios son de todas las edades, niveles educativos y colectivos sociales (Lara, 1996).

Así, en México el terreno de la EA no formal presenta una gran variedad de acciones, de tipos, alcances e intenciones, que dependen fundamentalmente de la posición del grupo o institución del cual proceden, aunque mayoritariamente se centran en el área urbana (González Gaudiano, 1992).

Las posibilidades antes señaladas muestran que la EA no formal en México es un espacio difuso que se presenta bajo numerosos enfoques y tendencias y a pesar de que existen experiencias de EA no formal importantes, se trata de un campo pedagógico en construcción que aún no logra definir alcances ni estrategias (González Gaudiano, 1993).

Por tanto, así como aún es necesario elaborar un marco conceptual general sobre la EA, esto es más apremiante para la EA no formal. Esta tarea no es sencilla puesto que hay muy poca investigación en EA no formal en México tal como lo señala Luz María Nieto Caraveo (1999), quien indica que ésto se puede constatar tanto en los congresos de investigación educativa como en la panorámica de los campos de investigación educativa publicada por el Consejo Mexicano de Investigación Educativa en 1996. Las causas de esta situación son atribuibles a que se trata de una actividad incipiente, con poco reconocimiento a los investigadores y escasos programas de formación.

De tal manera, algunas de las prioridades de la EA no formal en México son: a) en lo que se refiere a investigación, construir el marco conceptual de la EA e intensificar la investigación de campo con base en la recuperación de las experiencias nacionales (Nieto Caraveo, 1999); b) en cuanto a las actividades, González Gaudiano (1993) sugiere impulsar proyectos dirigidos a hacer conciencia sobre el cuidado del ambiente en general, o sobre la conservación de una especie o área natural y planear actividades educativas no formales en el marco de proyectos productivos o de desarrollo comunitario. Finalmente c) en cuanto a los destinatarios este mismo investigador propone que la EA debe ocuparse de los niños y jóvenes, pues señala que la población joven se encuentra bastante desatendida en este rubro educativo. Añade asimismo que para este sector de la población serían bienvenidos proyectos vinculados con instituciones con capacidad de convocatoria como Jardines Botánicos, Planetarios, Zoológicos, Acuarios, Áreas Naturales Protegidas, Viveros, Parques y por supuesto Centros de Ciencia.

## **2 Los Centros de Ciencia y la Educación Ambiental**

Los Centros de Ciencia son un fenómeno relativamente reciente, aunque sus antecedentes se remontan al Renacimiento con el surgimiento de los "gabinetes de curiosidades" que consistían en colecciones desordenadas de objetos de arte y toda clase de artefactos, como por ejemplo, herramientas utilizadas por los viajeros y exploradores y utensilios de los primeros matemáticos, médicos, astrónomos, químicos y físicos como globos terráqueos, instrumentos de navegación, mapas, compases, astrolabios, telescopios, microscopios, diversas máquinas y mecanismos; entre otras "curiosidades" (Alexander, 1996). Estos gabinetes contaban con colecciones para ser admiradas, contempladas o incluso estudiadas, rara vez manipuladas; además estaban reservadas a un sector reducido de la población considerado "culto". Con el desarrollo industrial del siglo XVIII y las grandes exhibiciones industriales internacionales surgen los "museos de ciencia y técnica" como el Conservatorio de Ciencias y Oficios de París de 1794 (Conservatoire National des Arts et Métiers). Por ejemplo a partir de "The exhibition of the Industry of All Nations" también llamada "The Great Exhibition" en "The Crystal Palace" en Londres en 1851 se creó en 1857 el Museo de South Kensington. En el siglo XX los museos tienen ya una clara intención pedagógica tal es el caso del Deutsches Museum de Munich, Alemania (1903) y del Palais de la Découverte de París, Francia (1937). En la segunda mitad del siglo XX llega a América el interés por crear museos didácticos y así

surgen el Museo de las Ciencias y la Industria de Chicago, el Ontario Science Centre de Toronto y el Exploratorium de San Francisco (Alexander, 1996). Estos museos tienen la intención de acercar al público a la ciencia mediante presentaciones espectaculares y lúdicas y en donde el público puede interactuar (Hooper-Greenhill, 1999; Sánchez Mora, 2002). Se trata de los llamados "museos interactivos". En este punto es importante aclarar que la idea de museo interactivo ha sido a menudo mal entendida y que se confunde la acción cognoscitiva: interacción del sujeto con su objeto de conocimiento, con la acción motriz: interacción que se lleva a cabo al manipular materialmente un objeto. García Ferreiro (1998) señala que la interactividad de los museos de ciencia debe considerarse desde un punto de vista constructivista, y por su parte, Hein (1998) subraya que las experiencias, para ser educativas, no solo tienen que ser "manos a la obra" (*hands on*) sino también "mentes a la obra" (*minds on*).

Los aspectos novedosos de los museos interactivos se resumen en el siguiente párrafo de Reynoso (1995):

*"A partir de la década de los sesentas, los museos de ciencia dieron un giro radical en cuanto a su contenido, objetivos, métodos y filosofía, con el fin de atraer al público que había estado ausente de los mismos por considerarlos lugares de poco interés. Así surgieron los museos en los cuales los "intocables" se redujeron a un mínimo y en su lugar aparecieron objetos, muchos de alta tecnología... que invitaban a la interacción. Los niños eran bien recibidos y no temidos..."*

Bajo esta corriente se crean varios museos de ciencias en prácticamente todo el mundo; en México, en la década de los noventa comienza el furor de los museos de ciencias y se crean museos como UNIVERSUM (DF), Papalote (DF), el Museo de Ciencia y Tecnología del estado de Veracruz (Veracruz), Explora (Guanajuato), Descubre (Aguascalientes), entre otros.

Esta nueva visión del museo interactivo exhibidor prioritario de ideas más que de objetos se concretiza en los llamados "Centros de Ciencia" a los que la Asociación de Centros de Ciencia y Tecnología (ASTC) define como museos no lucrativos con exhibiciones, demostraciones y programas diseñados para la apreciación y entendimiento público de la ciencia y tecnología; son de naturaleza interdisciplinaria con énfasis en las ciencias físicas y naturales; hacen uso de técnicas de participación de visitantes; están involucrados en actividades educativas; y alcanzan criterios mínimos de tamaño, presupuesto y número de visitantes (Castillo, 1988). Bajo esta denominación se encuentran los Parques de Ciencia, Museos de Ciencias, Museos de Ciencia y Tecnología y Museos de Historia Natural, entre otros.

Se trata de espacios privilegiados para propiciar la transmisión y la comprensión de la ciencia y la tecnología para acortar la brecha existente entre sociedad y ciencia (Carrillo Trueba, 1997). Estas entidades cuentan con recursos cibernéticos, audiovisuales y tecnologías interactivas que los visitantes pueden recorrer libremente o siguiendo itinerarios guiados por monitores cualificados (Sánchez Mora, 2002) y que fomentan estímulos a favor del aprendizaje, como lo menciona Falk (2000):

*"Lo que los museos tienen como oferta única y exclusiva son sus ambientes tridimensionales, complejos y ricos, donde se aprende. En ellos hay cabida para cine, video, texto y computadoras, elementos que contribuyen al ambiente de aprendizaje. Lo que un museo provee como elemento único son los objetos, sus manifestaciones y el que*

*uno, como visitante, pueda sumergirse en ellas en tiempo real y de manera tridimensional”.*

Dentro de los centros de ciencia interactivos hay una tendencia en la última década a organizarlos en torno a una trama narrativa que, a menudo, aborda temas ambientales. En particular, los problemas medioambientales se están convirtiendo en objeto exclusivo o temporal de muchos museos e instituciones dedicadas a la educación científica, y más aún, las grandes exposiciones internacionales, que hasta ahora habían constituido recientemente exponentes propagandísticos de los avances tecnológicos, han comenzado, tanto en Lisboa 1998 como en Hannover 2000, a poner en práctica una nueva concepción, centrada en la reflexión sobre los problemas del planeta y las formas de hacerles frente, mucho más útil para la educación de la ciudadanía (Fortin-Debart, 2001-2002).

En realidad los Centros de Ciencia poseen una serie de características que los hacen sitios ideales para el desarrollo del campo de la EA no formal las cuales, aunadas a un creciente aumento de popularidad, los convierte en espacios privilegiados para la promoción de una mejor relación persona-sociedad-medio ambiente. A continuación se señalarán las características que hacen de estos entornos lugares idóneos para el aprendizaje y en particular el de la EA.

### **Las características de los centros de ciencia y su relación con el aprendizaje y la Educación Ambiental**

#### **a) El museo como promotor de aprendizaje continuo para todos**

Una de las principales características de los museos como centros de educación no formal es que permiten una educación para todo público y en todo momento (Hooper-Greenhill, 1999; Hein and Alexander, 1998). Como lo señala Falk (2000):

*“Cuando miro hacia el futuro de la educación en el mundo, pienso que debe ser el de un esfuerzo concentrado desde la cuna hasta la tumba. ¿Cómo podemos facilitar el conocimiento para la mayoría de la sociedad y darles a los ciudadanos oportunidades de aprendizaje constantes? Necesitamos usar todos los sectores de manera que ayuden a la ciudadanía a aprender en todo momento... La gente aprende todo el tiempo y en particular fuera del sistema de educación formal”.*

La educación en el museo se apoya en dos principios de la educación contemporánea: la promoción de una “sociedad educativa” y la “educación durante toda la vida”.

La idea de una sociedad educativa reposa en la constatación que la escuela no es el único lugar de educación y que el profesor no es el único responsable. Toda la sociedad evoluciona, se construye y concurre al desarrollo íntegro de sus miembros para un desarrollo social óptimo. Esta idea se asocia con la de pluralismo: pluralidad de miradas, de formas de ser, de significados, de competencias. La complementariedad de estos diferentes tipos de relaciones con el mundo favorecen el poder-hacer para transformarlas (Sauvé, 2001-2002).

La educación durante toda la vida se refiere a un proceso de desarrollo continuo, ya que la infancia y la juventud no son los únicos momentos de aprendizaje. Como dice

Sauvé (2001-2002) todas las situaciones de vida pueden convertirse en ocasiones de aprender, reaprender y aprender de otra manera.

Los principios anteriores son también fundamentales para la EA, por lo que los museos de ciencias ofrecen una excelente opción para la formación ambiental de todas las personas a lo largo de su vida.

#### **b) El Centro de Ciencia y la posibilidad de explotar diversos medios**

Otro aspecto particular de los museos es que utilizan diversos medios para transmitir su mensaje como por ejemplo: textos, fotos, ilustraciones, videos, diaporamas, animaciones por computadora, modelos, audiovisuales, demostraciones, obras de teatro, debates, cursos, talleres, exposiciones temporales, visitas guiadas, conferencias, experimentos, maquetas, préstamos de materiales, sistemas de información –libros, revistas, filmes, documentales, programas de televisión, entre otros- (Hooper-Greenhill, 1999). Además, el museo ofrece la oportunidad de ver y a veces hasta sentir “en vivo y a todo color” fenómenos, efectos, estructuras y sensaciones que antes sólo podíamos imaginarnos o en el mejor de los casos ver en la página de un libro. Igualmente integra actividades paralelas a la propia exposición y todos los medios de divulgación a su alcance, en realidad posee grandes oportunidades de trabajo imaginativo en búsqueda de innovación y exploración de otras formas de educar.

#### **c) Los Centros de Ciencia permiten atender diferentes estilos de aprendizaje**

La naturaleza multimedia del museo le permite recurrir al medio más adecuado para explicar un determinado fenómeno, pero también le confiere un gran potencial didáctico, pues permite combinar diferentes estilos de aprendizaje determinados por el tipo de inteligencia: lingüística, lógica-matemática, espacial, musical, cinético corporal, interpersonal e intrapersonal. Lo anterior es esencial debido a que la audiencia tiene diferentes patrones de aprendizaje (Hooper-Greenhill, 1999; Hein and Alexander, 1998).

Dado que el museo se involucran todos los sentidos y el visitante tiene que recurrir a diferentes destrezas, se logra un aprendizaje más completo, para todos los gustos y estilos.

Hooper-Greenhill (1999) señala que recordamos el 10% de lo que leemos, el 20% de lo que hacemos, el 30% de lo que vemos, el 70% de lo que decimos y el 90% de lo que decimos y hacemos (como participar en una demostración, tomar y hablar de objetos usando una exhibición interactiva por ejemplo). Lo anterior se relaciona con diferentes modalidades de aprendizaje: modalidad simbólica, es la más abstracta generalmente verbal, requiere habilidades y comprensión sofisticadas, opera con altos niveles de lenguaje. El modo icónico consiste en aprender a través de imágenes y otras representaciones de la realidad como pinturas, dibujos, filmes o dioramas; es una manera de aprendizaje más concreta. En tercer lugar la modalidad activa (*enactive mode*) consiste en aprender a través de objetos reales o actividades. En un centro de ciencias interactivo se consideran las tres modalidades aunque se benefician la segunda y la tercera, puesto que es más fácil que las personas se involucren en la modalidad icónica y en la activa, ya que éstas demandan menos habilidades asociadas con la educación formal por lo que es una gran opción para los visitantes casuales.

#### **d) Los Centros de Ciencia fomentan el desarrollo cognitivo, afectivo y psicomotor**

La educación es el componente clave de los museos de ciencia, como lo mencionan Flexer y Borun (1984 traducción libre):

*"...las exhibiciones participativas de los museos pueden enseñar y enseñan ciencia"*. Cabe mencionar que los visitantes consideran la visita al museo como una experiencia de aprendizaje y no sólo como una actividad recreativa; donde se fomenta el aprendizaje desde el punto de vista cognitivo, del psicomotor y también desde el afectivo (Flexer y Borun, 1984).

En el plano cognitivo, los museos pueden hacer que el público viva una nueva experiencia y adquiera una percepción diferente de los fenómenos naturales, actualice conocimientos y haga conexiones con otros conceptos (Hein and Alexander, 1998; Falk and Dierking, 2000). La recepción del mensaje puede ocurrir en diferentes grados y modalidades, desde que el visitante reciba una impresión pasajera, hasta que quede en éste una huella indeleble. A estas impresiones se ha llamado aprendizaje de "señales" o experiencia ¡ahá! (Sánchez Mora, 2002). Numerosos autores han subrayado el importante papel de las nuevas tecnologías utilizadas en los museos como puente inicial entre el conocimiento y el público; indican que el elemento de asombro que provocan rebasa en mucho la percepción sensorio-motriz, ya que intervienen una serie de procesos cognoscitivos.

Si bien el aprendizaje no se puede separar de manera cartesiana, en pensamiento racional y emoción, es decir en lo cognitivo (hechos y conceptos) y lo afectivo (sentimientos, emociones, actitudes y valores), puesto que todo aprendizaje, incluso de los temas más lógicos, involucra emoción y conocimiento (Falk and Dierking, 2000), podemos decir de manera simplificada, que el museo no privilegia el aprendizaje de conocimientos; promueve también el aprendizaje afectivo: el desarrollo de actitudes, emociones y valores como la curiosidad, el interés, la sensibilidad, la motivación, la emoción, el goce estético, y la evocación de recuerdos; objetivos fundamentales de la EA. Por ejemplo la visita a un museo puede incidir emocionalmente en los escolares, promoviendo actitudes positivas como entusiasmo e interés hacia el aprendizaje de un determinado tema así como una ética ambiental (Flexer y Borun, 1984; Hein and Alexander, 1998).

Lo anterior se relaciona con el hecho de que en los centros de ciencia los estudiantes presentan una actitud mucho más participativa y honesta que en el aula. Por lo general, en la escuela los alumnos tratan de formular opiniones para satisfacer al profesor, influenciados por la relación institucional; buscan más o menos conscientemente acercarse a las opiniones de los maestros y tienden a expresar poco sus argumentos si están en desacuerdo con el maestro; aspectos todos ellos, que irían en detrimento de una EA adecuada. (Sánchez Mora, 2002),

Un aspecto también muy interesante del aprendizaje en los centros de ciencias en el terreno de la EA, es que los breves encuentros que tienen los visitantes con las exhibiciones pueden influir su comportamiento futuro en relación al ambiente (Hein and Alexander, 1998).

#### **e) Los Centros de Ciencia como "animadores de debate" para una Educación Ambiental reflexiva**

En el marco particular de la EA, algunos investigadores declaran que los museos también tienen un papel importante en el desarrollo de aptitudes que nos permitan mantener al día

información, juzgar su pertinencia y credibilidad, evaluar las contradicciones o sesgos y tomar decisiones con conocimiento de causa; pues es claro, que además de conocimientos, para promover la EA, es necesario ser capaz de realizar un análisis crítico de la información. Se ha dicho que una EA que favorezca la reflexión, permite además una mejor comprensión de los problemas ambientales actuales y la educación de la persona para sí misma, es decir, el desarrollo de sus competencias cognitivas y críticas (Roy et Guilbert, 1998-1999).

Investigaciones recientes hablan de la importancia de orientar la EA hacia la reflexión. Sugieren sobrepasar el estado de sensibilización para invitar al proceso reflexivo de comprensión para un actuar individual y colectivo responsable. Esta aproximación reflexiva y crítica, el análisis y la clarificación de valores y representaciones residen esencialmente en el debate y la discusión (según modelos de Sauvé).

Para Drapeau (2002) el museo es un espacio social y público que puede convertirse en un foro de debate y discusión de cuestiones ambientales, más aún si gran parte de las visitas al museo se hacen en grupo y existen en el interior de los grupos interacciones sociales y fenómenos relacionales que constituyen una forma de aprendizaje mutuo (Falk and Dierking, 2000); siempre y cuando las discusiones sean organizadas y dirigidas.

Los visitantes que acuden en grupo disfrutan de una gran libertad para poner en duda lo que les está siendo presentado; ésto permite interpretaciones diferentes y muy personales del tema. El museo puede ser un lugar de discusión crítica en el cual el público puede acercarse al discurso científico y forjarse una opinión, equivalente a los salones, cafés del s. XVII y XVIII que eran espacios públicos de conversación libre y discusión crítica (Fortin-Debart, 2001-2002).

Habrá que recordar que el debate es una estrategia importante en la enseñanza, puesto que un ciudadano es aquel que puede hablar, expresarse, que puede ir al foro y que es capaz de exponer su punto de vista (Fortin-Debart, 2001-2002).

A partir de lo expuesto en los incisos anteriores, se pueden resaltar varias cuestiones. Por una parte, la versatilidad en los medios de comunicación que pueden utilizar los Centros de Ciencia les permite atender los diferentes estilos de aprendizaje de las personas, quiénes además pueden acceder a estos espacios en cualquier momento de su vida e independientemente de sus antecedentes escolares. Este punto es fundamental en la EA ya que ésta es una educación indispensable para todos y a lo largo de toda nuestra vida; **la relación persona-sociedad-medio ambiente solo se verá mejorada en el momento en que la EA sea accesible a todos.** Por otro lado los Centros de Ciencia pueden cubrir tres aspectos educativos fundamentales de la EA: el cognitivo, el afectivo y el psicomotor; además de ser espacios privilegiados para el desarrollo de una postura reflexiva y crítica de las interacciones entre las sociedades y el medio ambiente, cuestiones esenciales en el fomento de personas y sociedades mejor informadas y preparadas para enfrentar los desafíos que enfrentamos con respecto a la vida en nuestro planeta. De tal manera en los Centros de Ciencia se conjuntan de manera natural la educación no formal y la EA, a favor de una cultura más respetuosa de las personas y del medio ambiente.



### **Los Centros de Ciencia como complemento a la educación formal**

En general, se mira al centro de ciencias como un excelente acompañante de la escuela formal, dadas las características de la educación en los museos y sus diferencias con la educación formal (Hein y Alexander, 1998; Reynoso, 1995). Los maestros que recurren a un museo de ciencias como recurso para complementar el aprendizaje en el aula pueden obtener una experiencia invaluable, en particular en EA, área demasiado joven en el sistema escolar (Flexer y Borun, 1984).

En la actualidad se realizan interesantes proyectos de colaboración entre Centros de Ciencia e instituciones educativas formales. La pertinencia, utilidad y hasta la necesidad de la colaboración entre la educación formal y la no formal, y en particular en relación a la EA, son formalmente reconocidas; aunque el problema no es tanto su justificación como su conceptualización y puesta en práctica. En la EA la colaboración encuentra una pertinencia particular: desde una perspectiva ambiental, contribuye al desarrollo y al ejercicio de una corresponsabilidad con relación al patrimonio ecológico común; desde una perspectiva educativa, contribuye a la construcción de significados compartidos y más específicamente de un saber vivir juntos, con el fin de optimizar nuestra relación con el mundo (Fortin-Debart, 2001-2002; Sauvé, 2001-2002).

### **Conclusión**

Los museos de ciencias como reunión de colecciones, sitios para la conservación, lugares para la investigación, espacios para la exhibición, lugares de enseñanza y de transmisión de la cultura y ámbitos de interacción social, constituyen una parte fundamental de la herencia humana y brindan a las personas un sentimiento de continuidad y orgullo cultural. En la actualidad este sentimiento de continuidad y orgullo cultural, está forzosamente vinculado a la problemática socio ambiental. El museo debe estar atento a las necesidades y urgencias del momento presente y debe buscar la manera más adecuada de ofrecer respuestas que sean válidas para ponerlas en práctica. La nueva sensibilidad ecológica está provocando una transformación de los museos, los cuáles se ven obligados a diversificarse y a asumir nuevas y variadas experiencias. Las funciones de cualquier institución museística hoy se ven enriquecidas con una nueva función que pretende señalar la importancia que tiene mejorar la relación persona-sociedad-medio ambiente, por tanto, puede decirse que la realidad socio ambiental ha abierto una nueva vía a la investigación museológica.

En el presente capítulo hemos argumentado una serie de características que convierten a los Centros de Ciencia en sitios idóneos para llevar a cabo una EA pertinente, tales como: la versatilidad en sus medios de comunicación, la facilidad de atender diversos estilos de aprendizaje, la capacidad de fomentar una educación permanente para todos, la posibilidad de fomentar el desarrollo personal en los ejes cognitivo, afectivo y psicomotor; así como ser espacios donde favorecer la reflexión y actitud crítica ante nuestra relación con el medio ambiente. Por tanto, en los Centros de Ciencia se pueden desarrollar programas en donde se planteen y cumplan diversos objetivos de la EA como por ejemplo la concientización, la adquisición de

conocimientos, actitudes y valores, el desarrollo de aptitudes, la participación, el desarrollo de una actitud reflexiva y capacidad crítica de las personas, entre otros.

El museo de ciencias puede parecerse cada vez más a la academia de aprendizaje, al museo de los griegos: el palacio de las musas, es decir de la inspiración, pero esta vez a favor de las personas, la sociedad y su relación con el medio ambiente.

Para que el relato de Thérèse Drapeau (2002) con el que se inició este artículo, sea realmente ciencia ficción, es ciertamente necesario que el medio ambiente sea una prioridad de los gobiernos, pero también es necesario que se explote realmente el potencial didáctico de los Centros de Ciencia en el terreno de la EA.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALEXANDER, E. P. 1996. "Museums in Motion. An Introduction to the History and Functions of Museums". Ed Altamira. Estados Unidos.

CARIDE, J. A. y P. A. MEIRA. 2001. "Educación Ambiental y desarrollo humano". Ed. Ariel Educación. Barcelona, España.

CARRILLO TRUEBA, C. 1997. "La divulgación de la ciencia...en un mundo fragmentado" Ciencias. Abril-junio (46):60-65

CASTILLO, A. y V. M. TOLEDO 1999. "La Ecología en Latinoamérica: Siete Tesis para una Ciencia Pertinente en una Región en Crisis". Interciencia. Mayo-Junio. 24(3):157-168

DE ALBA, A. y E. GONZÁLEZ GAUDIANO. 1997. "Evaluación de Programas de Educación Ambiental. Experiencias en América Latina y el Caribe". Ed. CESU, UNAM. México, DF México.

DRAPEAU, T. 2002. « Odysée: des expositions environnementales pour le 21e siècle. » Muse. Mars/Avril

FALK, J. entrevista por Berta MacGregor. 2000 "John Falk, aprendiendo a través de los museos" El visitante No. 9, pp.4-5

FALK, J. H. and L. D. DIERKING. 2000. "Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning". Ed. Altamira. Estados Unidos.

FLEXER, B. and M. BORUN. 1984. « The impact of a class visit to a participatory science museum exhibit and a classroom science lesson". Journal of Research in Science Teaching. 21(9):863-873

FORTIN-DEBART, C. 2001-2002. « Le partenariat école-musée en Education Relative à l'Environnement: analyse et perspectives » Education relative à l'environnement. 3:107-124

- GARCÍA FERREIRO, V. S. 1998. "Procesos Psicológicos y Museos de Ciencias: Interacción y Construcción de Conocimiento". Tesis de licenciatura en Psicología. Facultad de Psicología, UNAM. México, DF México.
- GONZÁLEZ GAUDIANO, E. en WUEST, T. 1992. "Ecología y Educación. Elementos para el Análisis de la Dimensión Ambiental en el Currículum Escolar". Ed. CESU/UNAM. México, DF México.
- GONZÁLEZ GAUDIANO, E. 1993. "Elementos Estratégicos para el Desarrollo de la Educación Ambiental en México". Ed. Universidad de Guadalajara/ WWF/ ACEA/ SEDUE. México, DF México.
- GUILLÉN, F. C. 1996. "Educación, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible". Revista Iberoamericana de Educación. No. 11 Educación Ambiental: Teoría y Práctica.
- GUTIÉRREZ PÉREZ, J. 1995. "La Educación Ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares". Ed. La Muralla Madrid, España
- HEIN, G. E. and M. ALEXANDER. 1998. "Museums Places of Learning". Ed. American Association of Museums Education Committee. Estados Unidos.
- HOOPER-GREENHILL, E. 1999. "Museums and their Visitors". Ed. Routledge. Estados Unidos.
- LARA, R. 1996. "Informe sobre los Proyectos de Educación Ambiental No Formal". **Revista Iberoamericana de Educación**. No. 11 Educación Ambiental: Teoría y Práctica.
- MEREDITH, J. E., FORTNER, R. W. and G. W. MULLINS. 1997. "Model of Affective Learning for Nonformal Science Education Facilities". *Journal of Research in Science Teaching*. 34(8):805-818
- NIETO CARAVEO, L. M. 1999. "Reflexiones sobre la Investigación en Educación Ambiental en México". Memoria del Foro Nacional de Educación Ambiental. 1999. Veracruz, Veracruz, México.
- NOVO, M. 1995. "La Educación Ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas". Ed. Universitas. Madrid, España.
- ROY, L. et L. GUILBERT. 1998-1999. « L'Éducation Relative à l'Environnement en milieu éducatif non formel. Y a-t-il plus que l'acquisition de nouvelles connaissances pour le public ? » *Education relative à l'environnement*. 1:239-247
- RAMEY-GASSERT, L. and H. J. WALBERG. 1994. "Reexamining connections: museums as science learning environments". *Science Education*. 78 (4), pp. 345-363.

REYNOSO, E. 1995. "El potencial didáctico de un museo de ciencias interactivo". *Revista Mexicana de Pedagogía*. 22 (6):19-23.

REYNOSO HAYNES, E. 2000. "El Museo de las Ciencias: Un apoyo a la Enseñanza Formal". Tesis de Maestría en Enseñanza Superior. Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado. UNAM. México, DF México. (Asesora: Dra. Sara Rosa Medina)

RUIZ HERNÁNDEZ, C. 1992. "Comunicaciones auxiliares y Educación Ambiental en los museos" *Horizontes*. Junio. pp.15-19

SÁNCHEZ MORA, M. C. 2002. "El museo de las ciencias como foro educativo". *Perspectivas docentes*. (27):50-62

SAUVÉ, L. 1997. «Pour une Éducation Relative à l'environnement ». Ed. Guérin. Montréal, Canada.

SAUVÉ, L. 1999. « La Educación Ambiental entre la modernidad y la posmodernidad : En busca de un marco de referencia educativo integrador ». *Tópicos en Educación Ambiental*. 1(2):7-25

SAUVÉ, L. 2001-2002 « Le partenariat en ERE: pertinence et défis » *Education relative à l'environnement*. 3:21-36

### 3.3 Concepto de biodiversidad y aspectos ecológicos y sociales

Desde Aristóteles, la diversidad de seres vivos en el planeta ha sido concebida como una cualidad central de la vida, sin embargo recientemente ha sido foco de atención de diversas disciplinas. Dos eventos denotan la relevancia que cobra este tema en los años ochenta: la "Conferencia Estratégica sobre Diversidad Biológica" celebrada en 1981 y el "Foro Nacional sobre biodiversidad" que tiene lugar en 1986, ambos en EU (Wilson, 1997). El último evento es impulsado por Walter G. Rosen a quien se le atribuye la creación del término biodiversidad. Con éste término, Rosen creó una bandera que ha sido izada en innumerables ocasiones en defensa de la Tierra (Wilson y Peter, 1988; Takacs, 1996).

Para la década de los noventa la biodiversidad es ya un tema obligado en la agenda ambiental. En efecto, a partir del "Foro Nacional sobre biodiversidad" el término biodiversidad ha sido vigorosamente promovido; se ha transformado de una palabra de uso científico a una de cultura popular, en gran medida gracias a la publicación de las memorias de este evento por Wilson y Peter en 1988. El nuevo término se volvió común en periódicos y revistas; los grupos ambientalistas la utilizaban y se hablaba de las conferencias sobre biodiversidad; de hecho fue un tema fundamental en la agenda de la "Cumbre de la Tierra" celebrada en Río en 1992. De ésta última surge precisamente la Convención sobre Diversidad Biológica (Wilson, 1997; Ramos, 1988; Takacs, 1996).

La creación del término biodiversidad surge de la preocupación de la sociedad por el medio ambiente y en particular por los seres vivos. La biodiversidad posee un valor incalculable tanto para las generaciones presentes como para las futuras. ¿En qué radica realmente su valor? Si se considera que los valores son subjetivos y que cambian con el tiempo -la naturaleza ha pasado de considerarse como peligrosa, fea a considerarse como espiritual y sublime-, la respuesta a esta pregunta será siempre parcial. Sin embargo hoy en día, los valores comúnmente atribuidos a la biodiversidad son el científico, el ecológico, el económico, el intrínseco, el espiritual y el estético.

Si se considera que México es un país especialmente rico en seres vivos, se puede considerar que poseemos una motivación particular hacia su preservación. De los más de 170 países que componen el mundo, sólo 12 son considerados como megadiversos y albergan en conjunto entre 60 y 70% de la biodiversidad total del planeta, en lo que se refiere a número de especies, México es uno de estos países. México, junto con Brasil, Colombia e Indonesia, se encuentra en los primeros lugares de las listas de riqueza de especies. Ocupa el primer lugar en el mundo en riqueza de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas vasculares. Cerca de 32% de la fauna nacional es endémica. En términos generales en nuestro país se encuentra al menos 10% de la diversidad terrestre del planeta. Por otro lado, México es el país con mayor diversidad ecológica de América Latina y el Caribe al estar presentes dentro

de sus límites políticos los cinco tipos de ecosistemas, 9 de los 11 tipos de hábitats y 51 de las 191 ecoregiones según el sistema de clasificación de las regiones naturales terrestres propuesto por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) (Neyra y Durand, 1998).

La gran diversidad biológica de nuestro país, que se explica por su topografía, variedad de climas y compleja historia tanto geológica como biológica – y en estrecha relación con una gran diversidad cultural- (Carabias y Arizpe, 1999; Neyra y Durand, 1998), es un privilegio que engendra responsabilidades, quizá la primera sea reconocer y concientizarse sobre el valor de tal variabilidad en las formas de vida, su estructura, función y orígenes.

### **3.3.1 Concepto de biodiversidad**

El término biodiversidad es en la actualidad una palabra "esponja", es decir que puede absorber diversos significados y ser utilizada tanto en discusiones científicas como en los ámbitos político y público (Barthlott y Winiger, 1998). Una de las definiciones más citadas es la propuesta en el Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (Solís et al., 1998) que define biodiversidad como:

*"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".*

Para Wilson y Peter (1988) la biodiversidad es la variedad de organismos considerada en todos los niveles, desde las variaciones genéticas entre individuos de la misma especie hasta variaciones de especies, géneros, familias y niveles taxonómicos mayores; incluye la variedad de ecosistemas, los cuales comprenden tanto a comunidades de organismos en un hábitat particular como a las condiciones físicas bajo las cuales viven. Para Janzen la biodiversidad es, además del paquete de genes, poblaciones y especies, el conjunto de interacciones que manifiestan (Takacs, 1996). Así, la biodiversidad posee tres atributos interdependientes: el de composición, que se refiere a la identidad y variedad de los elementos; el estructural que considera la organización física o patrón de los elementos y el funcional que incluye los procesos ecológicos y evolutivos (Gaston, 1996).

Biodiversidad es entonces un sinónimo de "variedad de la vida": variedad de los seres vivos en múltiples niveles de la jerarquía biológica –genes, especies, comunidades- pero hace referencia también a la estructura de tal diversidad y a los procesos ecológicos y evolutivos que la sustentan.

En las concepciones mencionadas anteriormente se pone de manifiesto la relación entre los procesos ecológicos y la biodiversidad, sin embargo en la biodiversidad son también fundamentales los aspectos sociales. La diversidad de la vida, como parte del ambiente, forma

parte tanto de procesos ecológicos como de procesos sociales, como lo menciona Leff (2000, p. 191):

*"El ambiente está integrado por procesos, tanto de orden físico como social, dominados y excluidos por la racionalidad económica: la naturaleza sobreexplotada y la degradación socioambiental, la pérdida de diversidad biológica y cultural, la pobreza asociada a la destrucción del patrimonio de recursos de los pueblos y la disolución de sus identidades étnicas, la desigual distribución de los costos ecológicos del crecimiento y el deterioro de la calidad de vida. Al mismo tiempo, el ambiente emerge como un nuevo potencial productivo, resultado de la articulación de procesos de orden natural y social que movilizan la productividad ecológica, innovación tecnológica y organización cultural."*

Por tanto, el concepto de biodiversidad puede ser considerado tanto desde un punto de vista ecológico como desde un punto de vista social. La comprensión de este concepto por parte de las personas es más completa cuando reúne estos dos elementos complementarios. A continuación se tratan algunos aspectos ecológicos y sociales que se consideran importantes en la comprensión del concepto de biodiversidad.

### **3.3.2 Aspecto ecológico: la importancia de los procesos ecológicos**

La biodiversidad ha trascendido una concepción estática, estructural de entidades tangibles y contables para incorporar una dimensión funcional. Como lo menciona Martínez (1996, p. 14, traducción libre):

*"La cuestión de la biodiversidad, desde los genes hasta los ecosistemas, se enfocó primero en la identidad y localización de estas entidades. Investigación más reciente trata sobre lo que estas entidades vivas hacen o sobre cual es su función".*

A pesar de que existen relativamente pocos trabajos sobre el aspecto funcional de la biodiversidad, varios autores están de acuerdo en que se trata de un aspecto fundamental. A diferencia del aspecto estructural que se refiere a la organización física, a patrones desde comunidades hasta regiones; la función involucra los procesos evolutivos y ecológicos, incluyendo flujo genético, sucesión, ciclos de energía y nutrientes, competencia, depredación, simbiosis, movilidad de los individuos entre habitats y dispersión, entre otros (Collins y Benning, 1996; Gaston, 2000; Martínez, 1996; Schluter y Ricklefs, 1993).

La función ecológica de la biodiversidad es la manera en que se relaciona la biodiversidad con los procesos ecológicos; es decir el impacto de la variedad de la vida en los procesos ecológicos. De manera recíproca la biodiversidad se debe a una variedad de procesos ecológicos, así como procesos evolutivos, eventos históricos y circunstancias geográficas; como lo mencionan Schluter y Ricklefs (1994) –haciendo referencia en particular a la diversidad de especies–:

*"Early in this century, species diversity was regarded primarily as a historical phenomenon, a reflection of the accumulation of species over time... By the early 1960's, the rise of population biology had changed all that and diversity had come to be perceived as the outcome of ecological interactions, particularly competition... Recently, ecologists have begun to deal seriously with **ecological processes** across large temporal and spatial dimension, recognizing connections between the local habitat and global biogeography and between the moment and the long history of life on earth".*

Así, los procesos ecológicos son causa y consecuencia de la biodiversidad. En cuanto al impacto de la biodiversidad en los procesos ecológicos, las entidades vivientes permiten o deshabilitan la ocurrencia de procesos ecológicos, por ejemplo las comunidades con una alta diversidad de especies pueden contener polinizadores para una cierta planta (la polinización sucede) mientras que los polinizadores pueden estar ausentes en comunidades con menor riqueza de especies (la polinización no sucede). Las interacciones entre biodiversidad y los procesos ecosistémicos como almacenamiento y flujos de materia y energía han recibido la mayor parte de la atención. Por ejemplo Martínez (1996) menciona un estudio en el cual se comparó la biodiversidad con la función ecológica. Este estudio revela una correlación positiva entre la riqueza de especies y la estabilidad de la productividad primaria durante la sequía. agrega que otros investigadores también han encontrado relaciones positivas entre riqueza de especies y función ecosistémica definiendo la función ecosistémica en términos de almacenamiento de materia orgánica en el suelo, nitrógeno en el suelo, calcio extraíble y saturación ácida del suelo. En suma varios estudios indican que al aumentar la riqueza en especies asintóticamente aumenta la función ecosistémica.

Otro estudio interesante, también relacionado con los procesos ecosistémicos, es el realizado por el International Council of Scientific Unions (ICSU) a través de SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment). Llevaron a cabo un programa para investigar la relación entre biodiversidad y el funcionamiento de ecosistemas (Ecosystem Functioning of Biodiversity Program) que cubrió algunos de los biomas más importantes. De manera general encontraron una relación positiva entre el número de especies y la capacidad de los ecosistemas de ajustarse a los cambios ambientales, almacenar nutrientes, secuestrar carbono, proveer protección contra plagas (Mooney et al, 1996).

Conforme se logre una mejor comprensión del efecto de los cambios en la biodiversidad sobre los procesos ecológicos, sabremos más claramente que aspectos de la biodiversidad conservar y como lograrlo. De manera recíproca, conforme aumente nuestro conocimiento sobre el impacto de los procesos ecológicos en la creación y mantenimiento de la biodiversidad, tendremos una idea más clara de cómo conservar e incluso recobrar la biodiversidad. Por tanto el conocimiento sobre las causas y consecuencias ecológicas de los cambios en la biodiversidad es actualmente un reto fundamental (Abe et al, 1997; Gaston, 2000; Schluter y Ricklefs, 1994;



Munn, 1996; Collins y Benning, 1996). Por supuesto, un conocimiento básico sobre los procesos ecológicos, por parte de las personas, es un factor esencial en la comprensión del tema de biodiversidad.

### **3.3.3 Aspecto social: relación entre biodiversidad y sociedad**

El concepto de biodiversidad es una construcción social que surge ante la constatación del deterioro ambiental, precisamente como un estandarte en la lucha contra esta situación. Pero, ¿contra quién exactamente se lleva a cabo esta lucha? ¿quién está en la base de esta situación de deterioro ambiental? Por supuesto, los seres humanos. Por tanto no es posible abordar y comprender el tema de biodiversidad sin tomar en consideración el aspecto social.

Las complejas relaciones entre procesos ecológicos y biodiversidad están más cerca de nuestra vida cotidiana de lo que quisiéramos creer. Nuestro modo de vida, así como las decisiones políticas y económicas forman parte del complejo entramado que constituye nuestra realidad ambiental, como lo menciona Lovejoy (1988, p. 425, traducción libre):

*"...nuestras vidas cotidianas junto con las decisiones tomadas en Wall street y Washington, tienen mucho que ver con alimentar la crisis de la diversidad biológica. Todos y cada uno de nosotros está más estrechamente conectado con el problema global de conservación de lo que creemos".*

Desde que el *homo sapiens* domesticó plantas y animales transformó consecutivamente las comunidades y los ecosistemas naturales, pero actualmente los humanos somos un componente ecológico con un poder creciente sobre la naturaleza y mantenemos intensas presiones sobre ella (Oldfield y Alcorn, 1991; Barthlott y Winiger, 1998). El modo de vida de las sociedades actuales, impulsado por el modelo de desarrollo dominante está provocando numerosos problemas ambientales, entre ellos la pérdida de la biodiversidad (Wilson, 1991).

En la actualidad tanto la diversidad biótica como la cultural están amenazadas por la continua expansión de las modernas sociedades industrializadas. Las culturas modernas existen no como "parte de la naturaleza" sino "a parte y a costa de la naturaleza"; debido a nuestra dependencia de la rápida expansión de la economía global. Mas aún, el desvanecimiento de las culturas está inextricablemente relacionado con el problema de la pérdida de las tierras silvestres y la pérdida acelerada de la biodiversidad, la denominada "crisis de la biodiversidad" (Oldfield y Alcorn, 1991).

La biodiversidad es un punto en el cuál emergen motivaciones económicas, sociales y biológicas. La importancia económica y política de la biodiversidad deriva no sólo del papel que ha desempeñado en el desarrollo de la economía mundial, sino del papel crucial que está llamada a desempeñar en la economía de los años venideros gracias por ejemplo a la biotecnología y utilización económica de germoplasma (Bifani, 1999). Como una medida de la variedad del mundo natural, la biodiversidad es un punto en el cual la humanidad se compromete

a seguir con un programa de destrucción o bien a cambiar a un programa de preservación (Gaston, 1996). Es indispensable repensar nuestra cultura moderna así como el modelo económico prevaleciente con el propósito de resolver el problema de la biodiversidad, la educación tiene mucho que decir en este sentido.

### **3.4 Perspectiva desde la cual se aborda la biodiversidad y temas seleccionados**

Desde el nacimiento del término biodiversidad en el Foro Nacional sobre BioDiversidad en 1986 se ha tratado de la importancia de la educación en la difusión y comprensión públicas de este concepto.

*"El concepto de biodiversidad está recibiendo atención mundial, sobretodo por parte de los científicos y los políticos, pero también por parte de los educadores ambientales". (Dreyfus et al, 1999, p.37, traducción libre).*

En dicho Foro numerosos Investigadores hablan de la importancia de la educación. Lovejoy (1988) habla de desarrollar programas educativos agresivos orientados hacia el control natal para asegurar los estándares de vida y salvaguardar la biodiversidad. Ramos (1988) como representante de México en el Foro, indica que el papel de la educación ambiental ha sido subestimado, si bien señala que son necesarios cambios importantes en esta área. Brown (1988) indica que desafortunadamente los únicos realmente comprometidos en la preservación de nuestra rica herencia evolutiva son un puñado de científicos y ambientalistas, añade que para que la situación realmente reciba la atención que merece se requiere de más personas que expresen su preocupación y que trabajen en el asunto, a lo cual puede contribuir en gran medida la educación.

Varios conservacionistas han hablado de la importancia de la educación en la formación de una sociedad consciente y respetuosa del medio ambiente, por ejemplo Ehrenfeld, en una entrevista realizada por Takacs (1996, p. 232, traducción libre) declara:

*"...Cada vez estoy más y más convencido de que el lugar más importante y la mejor manera de tratar todo este problema de la degradación ambiental es la educación, al nivel de jardín de niños, primer año, segundo año, tercer año... Ese es el punto crítico".*

El evento internacional que lanza a la biodiversidad como un claro objetivo de la lucha socioambiental es la Cumbre de la Tierra celebrada en 1992 en Rio de Janeiro. En esta conferencia se enfatiza el papel de la educación en la resolución de los problemas ambientales:

*“La educación reviste una importancia capital en lo que concierne la promoción de un desarrollo sostenible y la mejora de la capacidad de los individuos para involucrarse en los problemas de medio ambiente y desarrollo. La educación, ya sea de tipo escolar o no, es indispensable para modificar las actitudes de manera que las poblaciones tengan la capacidad de evaluar los problemas de desarrollo sostenible y participen. Es también esencial para suscitar una conciencia de las cuestiones ecológicas y éticas así como los valores y las actitudes, las competencias y un comportamiento compatible con un desarrollo sustentable, además para asegurar una participación pública en las tomas de decisión”. (Programa “Agenda 21”, Rio de Janeiro, 1992; tomado de Sauvé, 1997 traducción libre).*

De dicha conferencia surge la Convención de Diversidad Biológica (Novo, 1995; Wals, 1999). Esta convención promueve la conservación y uso sostenido de la diversidad biológica, así como la distribución equitativa de los beneficios que ésta ofrece a la humanidad a través de diferentes medidas como política, educación, comunicación e investigación. En particular el artículo 13 compromete a los países signatarios a usar la educación para ayudar a realizar las ambiciosas metas de la convención. En el artículo se enfatiza que las partes contratantes:

a) Promoverán y fomentarán la comprensión de la importancia de la conservación de la diversidad biológica y de las medidas necesarias a esos efectos, así como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de esos temas en los programas de educación; y

b) Cooperar n, según proceda, con otros Estados y organizaciones internacionales en la elaboración de programas de educación y sensibilización del público en lo que respecta a la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.

México firm  y ratificó la convención, con lo que reconoce el valor intrínseco de la biodiversidad así como sus valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos, educativos, culturales, recreativos y est ticos (Novo, 1995); así mismo se compromete en la realización de programas educativos enfocados a este tema.

Dada la complejidad del concepto de biodiversidad, en un proyecto de educación ambiental es necesario delimitar su significado. En la presente investigación se considera la biodiversidad como la variedad de la vida en todos sus niveles de manifestación. La biodiversidad posee tres atributos interdependientes: el de composición que se refiere a la identidad y variedad de los elementos, el estructural que considera la organización física o patrón de los elementos y el funcional que incluye los procesos ecológicos y evolutivos. En lo que se refiere a la entidad de referencia, en este trabajo se hará referencia a la biodiversidad a nivel de especie, nivel generalmente adoptado por haber más investigación y ser relativamente más sencillo (Weelle y Wals, 1999).

En cuanto a la perspectiva desde la cual se aborda el concepto, Weelle y Wals (1999) mencionan algunas perspectivas desde las cuales abordar el tema de biodiversidad en EA tales

como la de alfabetización ecológica, naturaleza y uno mismo, naturaleza y política y naturaleza y sociedad. En el caso del presente estudio se toma la perspectiva de naturaleza y sociedad también denominada perspectiva socioambiental.

Esta perspectiva pretende tratar algunos aspectos ecológicos pero también sociales de la biodiversidad, pues como se mencionó en el capítulo anterior, es imposible comprender la variedad de las manifestaciones de vida y los problemas a los que se enfrenta sin considerar el contexto social. Esta perspectiva socioambiental busca la cultura ecológica así como la comprensión del carácter social de los temas ambientales por parte de las personas (Weelie y Wals, 1999). Mostrar la biodiversidad en toda su extensión, develar el panorama rico y complejo de este tópico es fundamental para su comprensión así como para desarrollar una EA congruente con sus principios y objetivos.

Estrechamente relacionado con esta perspectiva socioambiental se encuentra la consideración del medio ambiente como un sistema. El medio ambiente incluye tanto realidades naturales como otras de tipo social, por tanto se puede abordar como un sistema constituido por factores biofísicos y socio-culturales interrelacionados entre sí, que condicionan la vida de los seres humanos a la vez que son modificados y condicionados por éstos. Ello supone entender el planeta como un macrosistema constituido a su vez por diferentes subsistemas, naturales y modificados, rurales y urbanos... y también por sistemas económicos, tecnológicos, etc. (Novo, 1995).

Las teorías de corte sistémico, que avanzan hacia la comprensión de realidades complejas como lo es el medio ambiente, conducen a una nueva forma de inteligibilidad de los fenómenos; ésto a través de la explicación de los mecanismos no lineales en los que tienen especial relevancia las retroalimentaciones, las sinergias, sincronizaciones o los efectos de umbral por ejemplo. La ciencia, bajo una visión reduccionista, ha sido útil y lo sigue siendo para analizar partes concretas de los sistemas y conocer sus reglas de funcionamiento, pero deja definitivamente de servir cuando se extiende a la comprensión de un sistema complejo como es el medio ambiente. La teoría de sistemas es fundamental para entender la complejidad del medio ambiente puesto que nos lleva a explicar lo uno y lo múltiple conjuntamente.

La educación ha sido dominada por la visión reduccionista, se ha fomentado la enseñanza de las disciplinas y de los temas dentro de las disciplinas como entidades aisladas sin ninguna relación entre sí. Es alarmante por ejemplo la visión compartimentalizada que poseen muchos estudiantes sobre el cuerpo humano y en particular sobre la nutrición; consideran al cuerpo como un conjunto de órganos y sistemas sin ninguna relación estructural ni funcional entre sí (Núñez y Banet, 1996, 1997; Reachy Valdés, 1999). Estas concepciones de los estudiantes son en gran medida el reflejo de una educación basada en la mencionada aproximación reduccionista al mundo. En la EA, y en particular en la enseñanza de la biodiversidad esta visión debe definitivamente ser superada por la visión sistémica, la cual permite comprender la compleja

realidad medioambiental. Hablar de sistemas es uno de los requerimientos básicos para construir un sólido pensamiento capaz de interpretar la compleja realidad ambiental que nos rodea (Novo, 1995).

De tal manera se propone tratar la biodiversidad desde la perspectiva socio ambiental y sistémica o dicho con otras palabras, viéndola como un sistema socioambiental. Para abordar el tema de biodiversidad desde la perspectiva de un sistema socioambiental se han tomado como guía los siguientes aspectos ecológicos y sociales.

### **3.4.1 Aspectos ecológicos**

La adquisición de conceptos ecológicos básicos así como la toma de conciencia y el desarrollo de habilidades, actitudes y valores ligados a las realidades ecosistémicas se encuentran entre los objetivos de la EA. En realidad la enseñanza de la ecología es un elemento de la EA (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995; Sauvé, 1997).

La clarificación gradual de conceptos ecológicos clave, sobre los cuales ir asentando un conocimiento científico que funcione como sustrato para la interpretación rigurosa de las cuestiones ambientales, es importante en EA (Novo, 1995; Dreyfus et al, 1999). La enseñanza del aspecto ecológico pretende favorecer la toma de conciencia así como el desarrollo de conocimientos, habilidades, actitudes y participación con relación a un campo específico de conocimiento: aquel de las interacciones entre los seres vivos y entre ellos y su medio ambiente.

Sobre los temas a tratar se considera importante, más que tratar conceptos aislados, promover el modo ecosistémico de pensar; es decir un pensamiento de relaciones, procesos e interdependencias. Según la teoría de sistemas, éstos son conjuntos de elementos en interacción que siendo susceptibles de ser divididos en partes, adquieren entidad precisamente en la medida en que tales partes se integran en la totalidad (Novo, 1995). De este modo, las relaciones entre las partes que conforman un ecosistema le confieren unidad. Así, una educación que aproxime a las personas a comprender las interacciones y relaciones entre las partes del sistema ambiental, y ecológico en particular, les permitirá concebir mejor la complejidad de la naturaleza: como una entidad conformada por una serie de elementos inmersos en una dinámica constante. El "pensamiento ecosistémico" fomentado por la enseñanza de la ecología y en particular de las relaciones en los ecosistemas, es fundamental para la EA (Sauvé, 1997; Novo, 1995).

Por tanto en EA y en particular en la enseñanza de la biodiversidad, es importante la enseñanza de las relaciones que se llevan a cabo dentro de los ecosistemas como por ejemplo las cadenas y redes alimentarias, los ciclos biogeoquímicos, la depredación, la competencia, la simbiosis, la polinización, entre otros.

### **3.4.2 Aspectos sociales**

La EA implica, además de la enseñanza de aspectos ecológicos, la enseñanza de numerosos elementos de las ciencias sociales, que favorezcan la adquisición de un saber y de un querer actuar a favor del medio ambiente (Sauvé, 1997). La complejidad del medio ambiente no permite abordarlo con la estrechez de miras que aporta una sola disciplina (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995).

La novedad y complejidad del concepto de biodiversidad así como de su inclusión en la educación plantean un reto para la EA. Este reto puede ser muy provechoso puesto que la naturaleza controversial de la biodiversidad la convierte en un tópico atractivo para la educación contemporánea, la cual pretende responder a la necesidad de reflexión así como de respeto para el pluralismo, es decir, respeto para las diferentes formas de ver, valorar, comprender, ser, etc. (Dreyfus et al., 1999).

Reflexionar sobre nuestra relación con la naturaleza, en qué sentido dependemos de ella y las consecuencias que esto tiene, tales como la pérdida de la biodiversidad, el cambio climático, la deforestación, la contaminación, el adelgazamiento de la capa de ozono; es fundamental. En muchas ocasiones se habla de problemas ambientales pero las verdaderas causas generalmente quedan relegadas. La defensa de la biodiversidad requiere de personas con una cultura ambiental y que comprendan el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente. Desde el punto de vista de la educación como de la democracia, es más apropiado ayudar a los ciudadanos a estar bien informados, ser críticos y competentes, que ayudarlos a ser bienintencionados pero ignorantes y fanáticos (Dreyfus et al., 1999).

La biodiversidad es un tópico que reúne a diferentes grupos sociales como el científico, ambientalista, político, civil, entre otros, en la búsqueda de un lenguaje común para discutir los temas ambientales. La biodiversidad es entonces una oportunidad para aprender sobre un tema relevante, controversial, emocionante y debatible, que se encuentra en la intersección de ciencia, tecnología y sociedad (Dreyfus, et al, 1999).

La adquisición de conocimientos sobre las relaciones entre ciencia y sociedad es un aspecto esencial en la EA (Sauvé, 1997).

### **3.4.3 Temas seleccionados**

Bajo los criterios de la perspectiva sistémica y socioambiental antes mencionada, y de acuerdo con la literatura consultada (Barraza, 2003, Bell, 1981; Dreyfus et al., 1999; Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995; Flores et al., 2003; Sauvé, 1997; Trowbridge y Mintzes, 1988; Ola Adeniyi, 1985; entre otros) los temas seleccionados para la presente investigación se mencionan a continuación.

#### **En el aspecto ecológico**

En años recientes han surgido propuestas sobre el tipo y número de conceptos ecológicos que se deberían manejar para alcanzar una comprensión de la complejidad medio ambiental en el marco de la educación ambiental. Las nociones de ecosistema, diversidad de especies, flujo de energía, ciclo de los elementos, redes y cadenas alimentarias y niveles tróficos parecen gozar de cierto consenso entre los especialistas. Tal elección concuerda con una de las tradiciones del pensamiento ecológico: la que remarca la importancia de los ecosistemas como entidades de estudio que permiten entender la interpenetración mutua de los aspectos físicos y la diversidad de seres vivos, es decir de los procesos ecológicos (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995). De tal manera los conceptos seleccionados para este trabajo fueron:

—Algunos **conceptos ecológicos básicos** relacionados con el tema de biodiversidad:

- Ecosistema
- Clasificación de los seres vivos en cinco reinos

—Algunos **procesos ecológicos** relacionados con el tema de biodiversidad:

- Cadenas alimentarias
- Ciclo del carbono

### **En el aspecto social**

Como se ha venido mencionando en las secciones anteriores, no es posible alcanzar una comprensión real de la biodiversidad, acorde con la perspectiva socioambiental asumida en la presente investigación, sin considerar el aspecto social del medio ambiente. La ciencia que se enseña debe relacionarse con los aspectos sociales del medio ambiente. Al respecto numerosos investigadores sugieren tratar los problemas ambientales (Barraza, 1999; Barraza, 2001; Corral Verdugo y Armendáriz, 2000; De Alba y González Gaudiano, 1997; Kuhlemeier y otros, 1999), a nuestro modo de ver es fundamental, antes de abordar los problemas ambientales, referirse a la dependencia del ser humano de la naturaleza, pues en esta relación sociedad naturaleza se encuentra la base de dichos problemas ambientales. De tal manera, los temas seleccionados para la presente investigación son:

—La dependencia de la sociedad de la Naturaleza

—Algunos problemas ambientales:

- Pérdida de la biodiversidad
- Cambio climático

### 3.5 Situación educativa de la Investigación

El corazón mismo de la educación, el fenómeno central que sirve como punto de partida para los análisis educativos y que permite la actualización de la educación es la situación educativa. Los componentes esenciales de toda situación educativa son el sujeto, el agente, el objeto y el medio; y las tres relaciones fundamentales son la relación de aprendizaje, la relación de enseñanza y la relación didáctica (Sauvé, 1997), como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.5.1 Esquema del modelo de la situación educativa de Legendre (tomado de Sauvé, 1997, p.122)

- El sujeto es la persona que aprende, se puede tratar de un aprendiz individual o de un grupo de aprendices. Se puede considerar el conjunto de las dimensiones del sujeto (cognitiva, social, moral, etc.) o sólo una dimensión particular.
- El objeto consiste en toda realidad con la que interacciona el sujeto con miras a un aprendizaje. El objeto puede ser precisado por un conjunto de objetivos de aprendizaje.
- El agente es el conjunto de recursos humanos (enseñante, animador, guía, etc.), de técnicas y materiales (métodos, manuales, aparatos, etc.) destinados a la integración del objeto por el sujeto, es decir al aprendizaje.
- El medio se refiere a los componentes humanos y la infraestructura material que constituye el contexto (físico, soclocultural, psicológico, etc.) de la enseñanza y del aprendizaje.



### **3.5.1 Situación educativa de referencia en la presente investigación**

#### **El medio**

El medio corresponde al contexto particular en el cual tiene lugar la enseñanza y el aprendizaje (Sauvé, 2004). En el presente trabajo el medio es el Museo de las Ciencias UNIVERSUM de la UNAM con sus elementos biofísicos y humanos asociados a determinadas realidades socioambientales, culturales, históricas, etc. Como se mencionó en el capítulo dos, se trata de un medio de educación no formal.

Es importante mencionar que dicho museo se encuentra junto a la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria de la Ciudad de México, y cuenta con una instalación museográfica en una pequeña sección de dicha reserva denominada: Senda Ecológica; resaltar este aspecto es importante puesto que este medio museístico trasciende al edificio del museo para corresponder al medio ambiente mismo. Así, el museo de las Ciencias tiene un enorme potencial en el marco de la Educación Ambiental, pues como lo menciona Sauvé (2004) en esta disciplina el medio debe corresponder, de preferencia, al medio ambiente mismo.

#### **El agente**

El agente, que corresponde a los recursos humanos y materiales que se ofrecen al sujeto (Sauvé, 2004), está conformado en este caso desde las personas que planean y diseñan las salas del Museo hasta por los anfitriones, así como por la diversidad de actividades y equipamientos que ofrece este espacio (descritos en los antecedentes).

#### **El objeto**

El objeto, es decir el conjunto de objetivos de aprendizaje, es el concepto de biodiversidad, en particular algunos aspectos ecológicos y sociales de la biodiversidad. Los temas seleccionados son algunos conceptos ecológicos básicos tales como a) el concepto de ecosistema y b) el sistema de clasificación de los seres vivos en cinco reinos; los procesos ecológicos de c) las cadenas alimentarias y d) el ciclo del carbono; así como e) la dependencia de las sociedades humanas de la naturaleza y los problemas ambientales de f) pérdida de la biodiversidad y g) cambio climático.

Es importante resaltar que si bien el objeto de la Educación Ambiental puede asimilarse al conjunto de objetivos definidos por la UNESCO y mencionados en los antecedentes, que son: toma de conciencia, adquisición de conocimientos, desarrollo de actitudes y valores, desarrollo de habilidades y participación; el presente trabajo, aunque enfocado al aspecto cognitivo, no niega la importancia del resto de los objetivos.

#### **El sujeto**

Se puede tratar de una o varias personas en situación de aprendizaje. En el presente trabajo se trata de estudiantes de tercer grado de educación secundaria que visitan el Museo de las Ciencias UNIVERSUM de la UNAM. Se eligieron estudiantes de tercer grado de secundaria por varias razones:

- La principal es porque los estudiantes de secundaria son el público meta del museo de las ciencias UNIVERSUM de la UNAM (Sánchez Mora y Tagüña, 2003). Debido a que esta investigación pretende aportar elementos para el diseño de exhibiciones sobre biodiversidad, este aspecto es fundamental.
- Por otro lado, los jóvenes de tercero de secundaria se encuentran en lo que Piaget denomina "etapa de pensamiento formal", es decir que son capaces de llevar a cabo razonamientos abstractos y pueden utilizar representaciones de la realidad sin manipularla directamente. Las habilidades intelectuales que caracterizan esta etapa están íntimamente relacionadas con los requerimientos que se exigen para el aprendizaje de las ciencias y en particular de los aspectos ecológicos y sociales de la biodiversidad considerados en esta investigación (Nieda y Macedo, 1998).
- Otro aspecto relevante es que los jóvenes de tercer año de educación secundaria concluyen la educación básica. Así los resultados de esta investigación brindan una aproximación sobre los conocimientos que poseen los jóvenes al concluir esta importante etapa educativa.
- La población de jóvenes, una sección importante de la población mexicana, se encuentra bastante desatendida a pesar de ser de las más vulnerables a los efectos de la propaganda. Proyectos de EA son fundamentales para enriquecer las concepciones de los futuros tomadores de decisiones (González Gaudiano, 1993).
- Los estudiantes de 3o de secundaria inician el curso de EA, por lo que el presente estudio sirve de diagnóstico para saber con que conocimientos ingresan a esta materia.

El presente trabajo de investigación se centra precisamente en el sujeto, elemento fundamental de la situación educativa. El sujeto se considera en el contexto constructivista, es decir como protagonista de su propio aprendizaje, de su construcción de conceptos. En este sentido es esencial detenerse en conocerlo mejor, caracterizar sus concepciones, su tipo de inteligencia, su estilo de aprendizaje, sus motivaciones, etc.

Este trabajo se enfoca particularmente en las concepciones de los estudiantes, aspecto esencial en educación como lo señala la teoría de Ausubel que se mencionará más adelante.

Las concepciones de los jóvenes se abordarán desde una perspectiva Interpretativa, es decir que no se busca si el estudiante sabe o no tal concepto, lo que se pretende es realizar una caracterización de sus concepciones. Se entiende por concepción sobre un determinado tema a la manera de ver este aspecto del mundo, es la imagen de un aspecto del mundo o de sus

fenómenos que cada quien construye (Flament y Rouquette, 2003; Giordan y Souchon, 1993). Una palabra es simplemente una etiqueta para un concepto pero las personas construyen diferentes conceptos o significados para la misma palabra (Bell, 1981). El estudio de las concepciones permite acercarse a las diferentes maneras de comprender y concebir determinados fenómenos.

### **El sujeto en el centro de ciencias**

Al reconocer la importancia del sujeto en la situación educativa, los centros de ciencias (tales como los museos y parques de ciencias) se han avocado a investigarlo, en el contexto de estos centros se habla de "estudios de visitantes". Estos estudios son fundamentales puesto que la caracterización de las concepciones de las personas favorece el desarrollo de estrategias de formación y de intervención educativas apropiadas a las características dominantes de un grupo (Sauvé y Garnier, 2000).

Los estudios de visitantes son un componente importante de lo que en los centros de ciencias se denomina "evaluación formativa" que consiste en la evaluación preliminar al diseño de una exhibición. Y a pesar de la relevancia que tienen estos estudios, son escasos en los centros de ciencias en México posiblemente debido a cuestiones de formación, tiempo y presupuesto (Sánchez Mora y Tagüeña, 2003).

### **3.5.2 Perspectiva desde la cual se aborda la situación educativa**

Dentro del marco general de la situación educativa, los elementos de esta situación así como sus relaciones se pueden considerar desde diferentes perspectivas. En la presente investigación, la situación educativa es considerada desde una visión constructivista. La epistemología constructivista, de enorme influencia en la educación contemporánea, postula que tanto los individuos como los grupos de individuos construyen ideas sobre cómo funciona el mundo (Matthews, 1994). El modo de extraer significado de nuestro entorno varía en los distintos individuos y tanto las concepciones individuales como las colectivas sobre el mundo cambian con el tiempo (Edmondson y Novak, 1993). No existe una verdad absoluta o al menos la ciencia no es capaz de conocerla.

Bajo esta filosofía la ciencia se concibe como un conjunto de conocimientos que se generan en la medida que se trata de dar respuesta a los problemas que la humanidad se plantea. El conocimiento que genera sufre sucesivas rectificaciones resultado de la superación de múltiples obstáculos y de rupturas paradigmáticas. Así la ciencia es una construcción social e histórica, condicionada por el pensamiento dominante de la época, que a menudo se ha generado de manera diversa, sin responder a unas pautas fijas de un supuesto método universal. En las aportaciones de la ciencia influye en gran medida el contexto social y

particular, así como los sistemas de valores, por lo que contiene abundantes componentes subjetivos.

En el marco de la epistemología constructivista, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel et al (1995) así como el paradigma interpretativo, constituyen el marco de referencia que sustenta el presente trabajo.

### **La teoría del aprendizaje significativo**

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel et al. (1995) enfatiza el proceso de cognición y ofrece una perspectiva constructivista de ese proceso. Probablemente la idea más importante de esta teoría y sus posibles implicaciones para la enseñanza y para el aprendizaje puedan ser resumidas en su proposición:

*"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje, es aquello que el aprendiz ya sabe. Averigúese esto y enséñese en consecuencia".*

Esta frase parece simple pero para comprender sus verdaderas implicaciones es necesario adentrarse en la teoría. Al hablar de "aquello que el aprendiz ya sabe" Ausubel se refiere a la estructura cognitiva, es decir, al contenido total y a su organización en la mente del aprendiz. No se refiere simplemente a prerrequisitos en el sentido de haber cursado determinadas materias, sino a aspectos específicos de la estructura cognitiva que son relevantes para el aprendizaje de nueva información. Para que la estructura cognitiva preexistente facilite el aprendizaje subsecuente es preciso que su contenido haya sido aprendido de forma significativa, esto es, de manera no arbitraria y no literal (Ausubel et al., 1995).

Ahora bien, cuando menciona "averigúese esto" se refiere a develar la estructura cognitiva del aprendiz, o sea sus conceptos, ideas, proposiciones así como la estructura y relaciones que los vinculan. Para esto se requiere realizar un "mapeo" de la estructura cognitiva, algo que difícilmente se consigue a través de pruebas convencionales, que en general, enfatizan el conocimiento factual y estimulan la memorización (Moreira, 1993).

Finalmente, "enséñese de acuerdo" tampoco es sencillo, significa basar la instrucción en aquello que el aprendiz ya sabe, identificar los conceptos organizadores básicos de lo que se va a enseñar, y utilizar recursos y principios que faciliten el aprendizaje de manera significativa (Moreira, 1993).

### **¿Qué es el aprendizaje significativo?**

El aprendizaje significativo es un proceso a través del cual una misma información se relaciona, de manera no arbitraria y sustantiva (no literal), con un aspecto relevante de la estructura cognitiva del individuo. Es decir, en este proceso la nueva información interacciona con una estructura de conocimiento específica, a la cual Ausubel llama "concepto subsumidor", existente

en la estructura cognitiva del aprendiz. El subsumidor es entonces capaz de servir de "anclaje" para la nueva información de modo que ésta adquiera significado para el individuo. En consecuencia se puede decir que el aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se ancla" en conceptos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva. Así nuevas ideas pueden ser aprendidas significativamente en la medida que otras relevantes e inclusivas estén disponibles en la estructura cognitiva del individuo y funcionen, de esta forma como punto de anclaje de los primeros.

Existe un proceso de interacción entre los nuevos conceptos y los de anclaje o subsumidores, pues la experiencia cognitiva no se restringe a la influencia directa de los conceptos ya aprendidos significativamente sobre componentes del nuevo aprendizaje, abarca también modificaciones significativas en atributos relevantes de la estructura cognitiva por la influencia del nuevo material.

El aprendizaje significativo no es común entre los estudiantes puesto que en las escuelas suele fomentarse preferentemente lo que Ausubel denomina un "aprendizaje mecánico". Este último es el aprendizaje de "última hora", previo a una prueba y que solamente sirve para pasarla pero es olvidado poco después; o el típico argumento del alumno que afirma haber estudiado todo y hasta "saber todo" pero en el momento de la prueba no consigue resolver problemas o cuestiones que impliquen usar o transferir ese conocimiento.

A diferencia de lo que sucede en el aprendizaje significativo, en el mecánico, las nuevas informaciones no interactúan con conceptos relevantes existentes en la estructura cognitiva, ni se ligan a conceptos subsumidores específicos. La nueva información se almacena de manera arbitraria y literal, no modifica la estructura cognitiva preexistente. Así el aprendizaje mecánico puede permitir al alumno pasar un examen aunque contribuya poco a su preparación. Aunque Ausubel et al. (1995) señalan que el aprendizaje mecánico no es del todo indeseable, por ejemplo es necesario para la adquisición de un cuerpo de conocimientos sobre algún tema como son los nombres de las especies de seres vivos, la anatomía o algunos términos de álgebra. En realidad aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico no constituyen una dicotomía sino un continuo.

### **Condiciones para el aprendizaje significativo**

Para que pueda darse un aprendizaje significativo, es necesario que la información proporcionada al estudiante posea un significado, tanto del punto de vista lógico como del psicológico. Desde el punto de vista lógico Ausubel se refiere básicamente a que la información que se presente al estudiante sea coherente y entre en el dominio de la capacidad humana de aprender. En cuanto al significado psicológico, se refiere a que la estructura cognitiva del aprendiz cuente con los subsumidores necesarios para anclar el nuevo conocimiento.

El significado psicológico es una experiencia enteramente idiosincrásica. Se refiere a la relación sustantiva y no arbitraria, de material lógicamente significativo a la estructura cognitiva individual del aprendiz. Eso significa que la materia enseñada puede tener significado lógico, pero es su relación con la estructura cognitiva de un aprendiz, la que la torna potencialmente significativa y así, crea la posibilidad de transformar el significado lógico en psicológico.

Un aspecto interesante es que, aunque el significado psicológico es siempre idiosincrático, esto no excluye la existencia de significados sociales o significados compartidos por diferentes individuos. Los significados individuales, que miembros diferentes de una cierta cultura poseen para diferentes conceptos y proposiciones, son en general, suficientemente similares para permitir la comprensión y la comunicación interpersonal. De hecho los medios de comunicación masiva actuales fomentan significados "individuales" cada vez más uniformes (Moreira, 1993).

### El proceso de asimilación

Ausubel et al. (1995) introducen el concepto de asimilación para tornar más claro y preciso el proceso de adquisición de significados en la estructura cognitiva. El centro de este concepto está en la idea de que se adquieren nuevos significados a través de la interacción del nuevo conocimiento con conceptos o proposiciones previamente aprendidos. Esta interacción resulta en un producto interaccional (A'a'), en el cual no sólo la nueva información adquiere significado (a'), sino que también el subsumidor (A) adquiere significados adicionales (A'). Por lo tanto, el verdadero producto del proceso de interacción que caracteriza el aprendizaje significativo no es apenas el nuevo significado de a', pero incluye también la modificación de la idea-ancla, siendo consecuentemente, el significado compuesto A'a'; como se muestra en la figura:

a -----es relacionada y asimilada por -----> A -----> a'A'

*Nueva información  
potencialmente  
significativa*

*Concepto subsumidor  
existente en la  
estructura cognitiva*

*Producto  
interaccional*

Figura. Esquema que representa el proceso de asimilación; en el cual tanto la nueva información (a) como el concepto subsumidor existente (A), adquieren nuevos significados, proporcionando un significado compuesto (a'A') (Según Moreira, 1993).

### El paradigma interpretativo

Un paradigma es un conjunto de suposiciones filosóficas, incluyendo aquellas sobre la naturaleza del conocimiento, las cuales guían los acercamientos hacia la investigación (Marcinkowski, 1993). Un paradigma en investigación educativa se refiere a un punto de vista o

modo de ver, analizar e interpretar los procesos educativos, a partir de un conjunto de valores, postulados, fines, normas, lenguajes y creencias.

Generalmente se mencionan tres paradigmas en la investigación educativa y en particular en la investigación en EA: el positivista, el interpretativo y el sociocrítico; en ocasiones se menciona un cuarto, el denominado investigación filosófica (philosophical research) (Cantrell, 1993; Robottom, 1993). Actualmente prevalece la pregunta sobre el o los paradigmas adecuados para la EA.

La presente investigación se suscribe a la visión interpretativa, según la cual la realidad (ontología) es múltiple, construida a través de las interacciones humanas, holística y divergente; en lo que se refiere al conocimiento (epistemología), los eventos son comprendidos a través de procesos de interpretación influenciados y en interacción con el contexto social; el objetivo de la investigación es comprender e interpretar las estructuras sociales así como los significados que las personas otorgan a los fenómenos (Cantrell, 1993). Paradigma en acuerdo con la epistemología constructivista, sustento conceptual del presente trabajo.

En cuanto a los métodos, se ha optado por utilizar métodos complementarios (Marcinkowski, 1993; Gil Cuadra et al, 2000). Así, en este trabajo se integran el método cuantitativo y el cualitativo, ya que en este contexto es pertinente y fructífera la combinación de ambos enfoques. Ambos enfoques no se excluyen ni se sustituyen, y utilizados en conjunto enriquecen la investigación (Blanchet et al, 1989; Marcinkowski, 1993). Como lo mencionan Hernández Sampleri et al. (2003), tanto el método cuantitativo como el método cualitativo resultan valiosos y han realizado notables aportaciones al avance del conocimiento, ninguno es intrínsecamente mejor que el otro, sólo constituyen diferentes aproximaciones al estudio de un fenómeno. Indican que la controversia entre las dos visiones ha sido innecesaria y no está exenta de dogmatismo por lo que proponen superar una conceptualización a su juicio "fundamentalista", concibiendo la unión de ambos enfoques: la fusión cuanti-cuali. Subrayan que más que beneficiar, las luchas ideológicas y las posiciones dogmáticas han impedido el avance del conocimiento; por lo que se debe buscar la convergencia:

*"Dicha unión o integración (entre el método cualitativo y el cuantitativo) añade profundidad a un estudio, se agrega una perspectiva más completa de lo que estamos investigando. Los "puristas" demandan el divorcio entre los enfoques cuantitativo y cualitativo, como si el viejo enemigo del positivismo atacara de nuevo, aduciendo que aquello llamado objetividad no existe. Por su parte, los "situacionales" aseguran que cada enfoque resulta apropiado para situaciones específicas... Creemos que debe hacerse más énfasis en las bondades que en las limitaciones de cada enfoque; en todo caso, una situación de investigación particular nos dirá si debemos utilizar un enfoque u otro, o bien, ambos."* (Hernández Sampleri et al, 2003, pp.4-25)

Por otro lado, la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos permite hallazgos que no serían posibles mediante el recurso aislado de cualquiera de los dos métodos (Schmelkes, 2001).



## Capítulo IV

# MÉTODOLÓGÍA

Esta investigación tiene un enfoque exploratorio, es decir que tiene el objetivo de realizar una primera aproximación a las concepciones sobre biodiversidad de una muestra de jóvenes mexicanos de tercer grado de educación secundaria que visitan un Museo de Ciencias. Para lograrlo se realizaron visitas guiadas por la sala de Biodiversidad del Museo de las Ciencias UNIVERSUM así como entrevistas en este mismo museo. Posteriormente, con base en los datos obtenidos en las visitas guiadas y las entrevistas se elaboró un cuestionario (Hernández Sampieri et al., 2003; Haslam y Treagust, 1987; Núñez y Banet, 1996). El cuestionario se aplicó a una muestra de los jóvenes en cuestión también en el Museo de las Ciencias UNIVERSUM.

### 4.1 Recolección de los datos

La metodología del estudio consiste en la aplicación de métodos complementarios cualitativos y cuantitativos tal y como se mencionó en los antecedentes. Los métodos cualitativos empleados fueron: a) realización de visitas guiadas por la sala de biodiversidad del museo UNIVERSUM de la UNAM y b) realización de entrevistas semiestructuradas en el hall de entrada de dicho museo. La aplicación de un cuestionario, diseñado a partir de los resultados obtenidos de las visitas guiadas y las entrevistas, fue el método cuantitativo empleado. El cuestionario también se aplicó en el hall de entrada de dicho museo.

#### 4.1.1 Visitas guiadas

##### Sujetos de estudio

Las visitas guiadas se realizaron entre enero y abril de 2002 con grupos desde 2 hasta 30 estudiantes. En total se trató con una muestra  $n=100$  estudiantes de 3er grado de educación secundaria. El tamaño de la muestra se basó en el teorema del límite central, según el cual la distribución de muestras de 100 o más elementos tiende a ser normal, esto significa que al realizar visitas guiadas a 100 estudiantes se cubre el abanico general de sus concepciones sobre los temas estudiados.

##### Selección de la muestra

Se invitaba a una visita guiada a los grupos de estudiantes de 3er grado de secundaria que visitaban la sala de Biodiversidad. Se trata de una muestra casual (no probabilística) de sujetos tipo. Los sujetos tipo en este trabajo se definen bajo dos criterios: su nivel de escolaridad en curso (estudiantes de 3er grado de educación secundaria) y su visita al museo.

## **Procedimiento**

Para indagar los conocimientos de los estudiantes sobre los temas en cuestión se ofrecieron visitas guiadas por la sala de Biodiversidad del Museo UNIVERSUM de la UNAM. Las visitas guiadas consisten en un recorrido por los diferentes equipamientos de la sala de Biodiversidad, durante el cual el guía o anfitrión proporciona una explicación sobre los temas pertinentes. Sin embargo el anfitrión no se limita a recitar una serie de conocimientos, sino que interactúa con los jóvenes de manera que puede explorar constantemente sus ideas e intercambiar significados. Los estudiantes no sienten la presión de la evaluación académica y se comportan de una manera mucho más natural y espontánea que en la escuela (Reynoso, 1995). Como lo mencionan Borun et al (1993):

*“El museo es un laboratorio efectivo para investigar cómo aprenden las personas y confirma que la investigación de las concepciones alternativas puede conducir a la creación de exhibiciones más efectivas que puedan ayudar a la reestructuración de las ideas de los visitantes”.*

En la visita guiada por la sala de **Biodiversidad** del museo se visitaron los siguientes equipamientos:

-**La entrada de la sala.** El conjunto de fotos de seres vivos debajo del panel que dice “Biodiversidad” permitieron indagar los conocimientos de los estudiantes sobre los cinco reinos. Se preguntó a los estudiantes si conocían y podían explicar el término biodiversidad, qué sabían sobre la variedad de los seres vivos y los reinos a los que pertenecen.

-**La “Ecoesfera”.** Se trata de una esfera de vidrio dentro de la cual se representa un ecosistema acuático (agua, aire, rocas, camarones, caracoles y algas). En este equipamiento se trató el concepto de ecosistema, cadenas alimentarias y ciclo del carbono. Se preguntaba por ejemplo si sabían qué era un ecosistema y si podían enumerar los elementos que conformaban el ecosistema que estaban viendo.

-**La pecera de la Selva y el póster de la Selva.** Se trata de una pecera que simula un ecosistema selvático; junto hay un póster donde se muestran algunos ejemplos de flora y fauna de ese bioma. En este equipamiento se trató también el concepto de ecosistema y el de hábitat (flora y fauna características).

-**La vitrina del desierto.** Se trata de una vitrina en donde figuras sintéticas simulan este bioma. Se indagó el concepto de ecosistema y el de hábitat.

-**La tortuga laúd.** Es un modelo de una tortuga laúd, tamaño natural. En este equipamiento se trataba el tema de la relación sociedad-naturaleza: nuestra dependencia de la naturaleza y los problemas ambientales.

## 4.1.2 Entrevistas

### Sujetos de estudio

Con el objeto de profundizar en las concepciones de los estudiantes, se entrevistó, entre mayo y julio de 2002, a una muestra n=60 estudiantes de 3er grado de educación secundaria.

### Selección de la muestra

En el "hall de entrada" del museo se invitaba a los estudiantes de 3er grado de secundaria a participar en una entrevista. Se trata de una muestra casual (no probabilística) de sujetos tipo. Los sujetos tipo en este trabajo se definen bajo dos criterios: su nivel de escolaridad en curso (estudiantes de 3er grado de educación secundaria) y su visita al museo.

### Procedimiento

Se realizaron dos entrevistas semiestructuradas, es decir basadas en una guía de preguntas en las que el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos y obtener mayor información sobre los temas deseados (Hernández Sampieri et al, 2003). Una entrevista trataba sobre los procesos ecológicos relacionados con la Biodiversidad y la otra sobre la relación sociedad-naturaleza.

Para las entrevistas sobre los procesos ecológicos relacionados con la Biodiversidad se siguió la siguiente guía de preguntas:

#### Entrevista sobre aspectos ecológicos relacionados con la biodiversidad: algunos procesos

- 1/ Preguntas generales (grand tour) que parten de planteamientos globales para ir llegando al tema que interesa al entrevistador (Hernández Sampieri et al, 2003). Por ejemplo ¿les gusta el museo? ¿es la primera vez que vienen?, así como una explicación del objetivo de la entrevista.
- 2/ ¿Podrías dar un ejemplo de una cadena alimentaria (o trófica) que tenga lugar en un lago?
- 3/ ¿Cuáles serían sus niveles tróficos?
- 4/ ¿Qué nivel trófico te parece muy importante y por qué?
- 5/ ¿Cómo sobreviven las plantas? Por ejemplo las plantas de los lagos o la planta que está en esa maceta...
- 6/ ¿Qué crees que le suceda a un ser vivo después de que se muera? ¿Cómo se relaciona esto con la cadena alimentaria?
- 7/ ¿Has oído hablar del ciclo del carbono? ¿Podrías explicar brevemente en qué consiste?

Para las entrevistas sobre la relación sociedad-naturaleza y sobre algunos conceptos ecológicos básicos se siguió la siguiente guía de preguntas:

## Entrevista sobre aspectos sociales relacionados con la biodiversidad y algunos conceptos básicos

- 1/ Preguntas generales (gran tour) que parten de planteamientos globales para ir llegando al tema que interesa al entrevistador (Hernández Samperi et al, 2003). Por ejemplo ¿les gusta el museo? ¿es la primera vez que vienen?, así como una explicación del objetivo de la entrevista.
- 2/ Sabemos que los seres vivos se clasifican en reinos, ¿sabes si los seres humanos pertenecemos a algún reino? ¿A cuál?
- 3/ ¿Crees que las sociedades humanas dependen de los ecosistemas/ la naturaleza?
- 4/ ¿En qué crees que dependemos de los ecosistemas/ la naturaleza?
- 5/ Algunas actividades de la sociedad provocan problemas ambientales ¿Qué problemas ambientales has escuchado? ¿Cuáles te parecen importantes?
- 6/ ¿Has oído hablar de la biodiversidad? ¿Podrías definir el término Biodiversidad?
- 7/ ¿Has oído hablar de la pérdida de la Biodiversidad? ¿A qué crees que se deba?
- 8/ ¿Cuáles crees que sean las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad/ de la diversidad de seres vivos?
- 9/ Uno de los problemas ambientales es el del cambio climático ¿Podrías explicar qué es el cambio climático?
- 10/ ¿Cuáles son las causas y consecuencias del cambio climático?

### **4.1.3 Cuestionario**

#### **Sujetos de estudio**

El cuestionario definitivo se aplicó, entre septiembre y octubre de 2000, a una muestra de la población de estudiantes de tercero de secundaria de la ciudad de México (D. F. y área metropolitana) que visitaron el museo UNIVERSUM.

Según datos de la oficina de Atención al Público del Museo de las Ciencias UNIVERSUM, en el año 2000 acudieron, en promedio, 4113 estudiantes de secundaria con "visita guiada" al mes (en promedio entre septiembre y octubre). La visita guiada es una modalidad de visita al Museo en la cuál un grupo escolar de entre 5 y 30 alumnos, recibe una guía y explicación por parte del personal capacitado (anfitriones), por una determinada sala del Museo (Reynoso, 1995).

Si consideramos que aproximadamente la tercera parte de los estudiantes de secundaria son de 3er grado, entonces tenemos que nuestro universo N es igual a 1400 estudiantes de 3º de secundaria.

Una muestra n de la población, que tienda a ser representativa del universo, se calcula con la fórmula siguiente (López Romo, 1998):

$$n = \frac{N p q}{\dots}$$

$$[(Me^2/Nc^2) (N-1)) + p q ]$$

Dónde:

- n Tamaño de la muestra
- N Tamaño del universo
- p Probabilidad de ocurrencia
- q Probabilidad de no ocurrencia
- Me Margen de error o precisión. Expresado como probabilidad
- Nc Nivel de confianza o exactitud. Expresado como valor z que determina el área de probabilidad buscada

En este caso tenemos que:

- N= 1400
- p= Desconocemos la probabilidad de ocurrencia. Por esta razón asumimos el mayor punto de incertidumbre, que es de 50 por ciento. Ésta debe ser expresada como probabilidad (0.5).
- q= 1-0.5=0.5
- Me= +/- 5 por ciento de margen de error. Expresado como probabilidad (0.05)
- Nc= 95 por ciento de nivel de confianza o exactitud. Expresado como valor z que determina el área de probabilidad buscada (1.96).

Al sustituir estos valores en la fórmula, queda como sigue:

$$n = \frac{1400 (0.5*0.5)}{[ ((0.05^2 / 1.96^2) * (1400-1)) + (0.5*0.5) ]}$$

$$\Leftrightarrow n = \frac{350}{1.1604289}$$

$$\Leftrightarrow n = 301$$

Por tanto:

Si N=1400

Entonces n=301

La muestra n fue de 303 estudiantes y se compone de la siguiente manera:

93.7 % de los estudiantes son de escuela pública

6.3 % de los estudiantes son de escuela privada

50.9% de los estudiantes son hombres

49.1% de los estudiantes son mujeres

Se trató con 16 grupos de en promedio 18 estudiantes (el más pequeño de 6 y el mayor de 35 estudiantes) cada uno.

### **Selección de la muestra**

A partir de la lista cotidiana de los grupos de 3° de secundaria que tenían programada una "visita guiada" al museo, se elegía al azar un grupo. Se solicitaba al profesor del grupo permiso para aplicar el cuestionario. Si el profesor no estaba de acuerdo o el grupo no había asistido a la visita se procedía a seleccionar, al azar, otro grupo. Este procedimiento se realizó hasta completar la muestra n=303 estudiantes.

Debido a que en la situación de un museo no se cuenta con una lista exacta de los estudiantes de 3° de secundaria que asistirán cada día (algunos estudiantes solicitan la visita guiada el mismo día o bien algunos grupos programados no asisten), no es posible realizar una selección aleatoria, por tanto obtener una muestra probabilística.

### **Procedimiento**

La toma de información se basa en la administración de un cuestionario, cuya elaboración consta de tres fases (Anderson et al, 1990; Seymour y Longden, 1991; Núñez y Banet, 1996): estudio piloto, reformulación del cuestionario y administración del cuestionario definitivo.

#### **Estudio Piloto**

A partir de la información cualitativa obtenida y de la literatura (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995; Huub Van den Bergh y Lagerweij, 1999; Ola Adeniyi, 1985; entre otros) se elaboró un primer cuestionario el cual se aplicó a una muestra piloto de 30 estudiantes. A partir de los resultados obtenidos se elaboró un segundo cuestionario el cual se aplicó a una muestra piloto de 20 estudiantes.

#### **Reformulación del cuestionario**

A partir de los datos suministrados por el estudio piloto y la revisión realizada por algunos investigadores, se elaboró el cuestionario definitivo siguiendo los lineamientos que se mencionan a continuación.

#### **Diseño del instrumento**

Son numerosos los estudios que se han avocado a investigar las concepciones de las personas, tanto en el área de la EA como de la enseñanza de las ciencias, por medio de cuestionarios cuidadosamente diseñados (Haslam y Treagust, 1987; Núñez y Banet, 1997; Griffiths y Grant, 1985; Trowbridge y Mintzes, 1988; Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995). Los cuestionarios además de las entrevistas, siguen siendo los instrumentos más ampliamente utilizados por los investigadores para obtener información acerca de las concepciones de las personas. Las principales ventajas de usar cuestionarios radican en que permiten un acceso inmediato a un gran número de personas y facilitan la sistematización de los datos, sin embargo se deben elaborar de manera cuidadosa.

Como sugiere Yaroch (1991) las preguntas deben ser novedosas y no encontrarse tradicionalmente en los exámenes escolares, por tanto los alumnos no estarán acostumbrados a responderlas, lo que impedirá respuestas mecánicas, únicamente memorizadas.

Algunos tipos de preguntas sugeridos son:

-De respuesta abierta. Para reducir el riesgo de que los estudiantes adivinen y motivarlos a responder honestamente (Haslam y Treagust, 1987). Además para que sus respuestas no difieran tanto de las que proporcionarían en una entrevista (Osborne y Freyberg, 1985).

-De Opción Múltiple. Construidas tomando en cuenta las ideas de los estudiantes detectadas en la fase cualitativa, en este caso en las visitas guiadas y las entrevistas. Las respuestas de los niños a preguntas de opción múltiple van inevitablemente a diferir en algunas ocasiones, de aquellas que proporcionarían en una entrevista. Sin embargo, hemos encontrado que las preguntas de opción múltiple cuidadosamente diseñadas (a partir de las ideas de los estudiantes antes detectadas) pueden indicar de manera confiable a cerca de la prevalencia de varios puntos de vista por parte de los alumnos (Osborne y Freyberg, 1985).

Que no solamente proporcionen información sobre lo que el estudiante sabe o no, sino que además proporcionen un perfil de conocimientos previos, útil como herramienta diagnóstica. Así dentro de las opciones presentadas para responder cada pregunta, una es correcta científicamente y las restantes son concepciones erróneas científicamente (expresadas por los alumnos en las visitas guiadas y en las entrevistas).

-De doble elección respuesta-razón. Este tipo de preguntas consiste en un primer tercio de opción múltiple diseñado como acabamos de mencionar. Los dos tercios restantes consisten en una lista de razones a elegir para justificar la respuesta proporcionada previamente. La lista de razones se basa en las ideas expuestas por los jóvenes en las visitas guiadas y las entrevistas, además de un espacio en blanco para no limitarlos (Haslam y Treagust, 1987; Yaroch, 1991; Seymour y Longden, 1991).

Tamir (1989) realizó un estudio únicamente para comprobar la utilidad de este tipo de reactivo. Señala que la utilización de justificaciones a las preguntas de opción múltiple es una manera efectiva de verificar las concepciones de los estudiantes, y recomienda que los

maestros, examinadores e investigadores incorporen este formato en su repertorio regular de evaluación.

Así dentro de las opciones presentadas para responder cada pregunta, una es correcta científicamente y las restantes son concepciones erróneas científicamente (expresadas por los alumnos en las visitas guiadas y las entrevistas).

-De falso/verdadero. Confeccionadas de manera reflexiva (Díaz Barriga y Hernández, 1997), se puede presentar una serie de concepciones identificadas en los jóvenes previamente.

Por otro lado, para evitar el carácter aleatorio de ciertas respuestas o la información restringida, se sugiere utilizar diferentes preguntas para incluir en un mismo concepto (Yarroch, 1991).

El cuestionario definitivo consta de los siguientes reactivos y temas:

PREGUNTA	TEMA	TIPO DE REACTIVO
1	Clasificación de los seres vivos en 5 reinos	Abierto
2	Ecosistema	Opción múltiple
3	Ecosistema	Falso/ verdadero
4 A, B, C, D	Ciclo del carbono	Opción múltiple
5	Cadenas tróficas	Abierto (esquema)
6	Cadenas tróficas	Falso/ verdadero
7 A, B	Cadenas tróficas	Doble elección respuesta-razón
8 A, B	Cadenas tróficas	Doble elección respuesta-razón
9	Cadenas tróficas	Falso/ verdadero
10	Dependencia de la sociedad de la naturaleza	Abierta
11	Problemas ambientales	Abierta
12	Pérdida de la biodiversidad	Abierta
13	Cambio climático	Opción múltiple
14	Cambio climático	Opción múltiple

En lo que se refiere a la validez, ésta asegura la consistencia, exactitud y capacidad de predicción de los resultados. Es decir que mide lo que dice medir (Hernández Sampieri et al. 2003). La validez del cuestionario fue determinada por tres expertos como lo determinan Ola Adaniyi (1985) y Núñez y Banet, (1997).

En cuanto a la confiabilidad, se puede decir que una medida es confiable cuando la regla de medición es adecuada, libre de errores aleatorios. Es decir que mide bien lo que dice medir (Hernández Sampieri et al. 2003). La confiabilidad del cuestionario se basa en su elaboración, a partir de los resultados obtenidos en las visitas guiadas y las entrevistas realizadas a los estudiantes. Además es fundamental el tipo de reactivos empleados, los cuales aseguran que las respuestas de los jóvenes no difieran de las que proporcionarían en una entrevista, que es la



mejor manera de detectar las verdaderas ideas de una persona (Osborne y Freyberg, 1985; Lang da Silveira y Moreira, 1996).

#### **Administración del cuestionario definitivo**

Se aplicó a la muestra objeto de exploración (n=303 estudiantes de 3º de secundaria).

### **4.2 Análisis de los datos**

#### **4.2.1 Visitas guiadas**

Dado que el objetivo de las visitas guiadas era tener una primera aproximación a las ideas de los jóvenes sobre los temas de interés, así como afinar la selección de tales temas, el análisis de los datos consistió esencialmente en una descripción de las ideas de los estudiantes. Las notas de las ideas de los jóvenes sobre los temas en cuestión sirvieron para redefinir los tópicos a tratar con los estudiantes así como de guía para la elaboración de las entrevistas.

#### **4.2.2 Entrevistas**

Se analizaron los apuntes de las entrevistas de manera a establecer los aspectos en los cuales los jóvenes presentaban dificultad en la comprensión y explicación. Se siguieron los siguientes pasos:

- Reducción de datos
- Determinación de criterios de clasificación
- Validación del criterio de clasificación por expertos
- Sistema final de categorías

#### **4.2.3 Cuestionario**

Se realizaron dos tipos de análisis, un análisis cuantitativo, reactivo por reactivo, con el programa SPSS versión 11 para determinar las concepciones de los estudiantes por tema; además se realizó un análisis cualitativo de los reactivos abiertos, siguiendo los siguientes pasos:

- Reducción de datos
- Determinación de criterios de clasificación
- Validación del criterio de clasificación por expertos
- Sistema final de categorías

# CAPÍTULO V

## RESULTADOS

### 5.1 LAS VISITAS GUIADAS EN EL MUSEO

#### 5.1.1 Concepto de biodiversidad

Se encontró que este término es confuso o incluso desconocido para muchas personas. Esto se puede explicar en parte por la complejidad y relativa novedad del término, como se menciona en los antecedentes.

#### 5.1.2 Conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad

##### Clasificación de los seres vivos en cinco reinos

Sobre la variedad de los seres vivos y los reinos a los que pertenecen se pudo constatar que la mayoría de los jóvenes sólo hablan de plantas y animales, en algunos casos mencionaron el "reino mineral". No suelen hablar del reino fungi, monera ni protista, así como tampoco de bacterias, hongos ni protozoarios. En general les resultó difícil identificar a algunos organismos así como al reino al que pertenecían. Se trata de un concepto básico importante que se consideró en la entrevista y el cuestionario, puesto que en la preservación de la biodiversidad es esencial saber a lo que esta se refiere.

##### Concepto de ecosistema

En cuanto al concepto de ecosistema, la mayoría indica que los elementos que constituyen el ecosistema acuático de la ecoesfera son los "camaroncitos" y los caracoles, en ocasiones mencionan las algas. Muy rara vez mencionan a los factores abióticos, cuando lo hacen mencionan el agua, pero casi nunca el aire, las rocas ni la luz.

En la pecera que simula un ecosistema selvático se trató también el concepto de ecosistema. Al igual que en la ecoesfera, la mayoría de los jóvenes indican que un ecosistema es un conjunto de seres vivos. Por otro lado, cuando se les pide mencionar algunos organismos que viven en la selva varios alumnos mencionan al tigre, león, elefante, leopardo, pantera y chita.

En la vitrina del desierto, al igual que en los casos anteriores, los estudiantes suelen reducir el concepto de ecosistema a los seres vivos. En este caso tienen mayor dificultad para enumerar a seres vivos que viven en el desierto pues indican que en el desierto "casi no hay nada".

Este concepto básico resultó, sorprendentemente, ser poco comprendido por los jóvenes. Pareció merecer más atención para el cuestionario.

#### 5.1.3 Aspectos ecológicos de la biodiversidad

## **Cadenas alimentarias**

En lo que se refiere a las cadenas alimentarias, se indica a los estudiantes que la ecoesfera está cerrada y se les pregunta sobre cómo sobreviven los organismos que la habitan. La gran mayoría indica que se comen unos a otros (ya sea los camarones a los caracoles, viceversa o entre sí mismos). Muchos también mencionan que camarones y caracoles se alimentan de las algas. Cuando se les cuestiona sobre qué sucede cuando un organismo como un camarón se muere, muchos indican que los otros camarones se los comen. Muy pocos jóvenes pueden explicar claramente la descomposición. Igualmente difícil les resulta explicar la producción de materia orgánica gracias a la fotosíntesis, cuando se les pregunta cómo se mantienen estos seres vivos, señalan que comiéndose unos a otros.

Algunos ejemplos de las concepciones de los jóvenes son:

- “Los camarones se alimentan de las algas. Cuando los camarones mueren, los caracoles se los comen y las plantas absorben sus bacterias. Las plantas sobreviven ya que son acuáticas, no necesariamente necesitan oxígeno/CO<sub>2</sub> puesto que tienen agua; las plantas se alimentan de agua”.
- “Los camarones son los más importantes en la cadena porque sin ellos no habría bacterias y no habría cadena”.
- “Las plantas sobreviven con agua”
- “Cuando se muere algún organismo de la cadena alimentaria ésta se rompe”.
- “Cuando se muere algún organismo de la cadena entonces está en extinción”.

De tal manera la comprensión de este proceso presenta, al parecer, numerosas dificultades para los jóvenes tales como la identificación de los niveles tróficos, la importancia de los autótrofos, heterótrofos, descomponedores, así como los procesos de producción de materia orgánica (la fotosíntesis) y la descomposición. Estos fueron los temas seleccionados para la entrevista.

## **Ciclo del carbono**

El tema del ciclo del carbono es el tema más difícil considerado en esta investigación. Cuando se les pregunta a los alumnos sobre este tema gran parte admite simplemente que no saben bien de que se trata. Indican que han oído hablar de esto pero no lo pueden explicar claramente. Lo anterior, a pesar de haber estudiado el tema previamente, al menos en teoría puesto que se encuentra en los planes de estudio.

### **5.1.4 Aspectos sociales de la biodiversidad**

#### **Dependencia de la sociedad de la naturaleza**

Al respecto, prácticamente todos los jóvenes indican que dependemos de la naturaleza pero les es difícil explicar el por qué. Generalmente mencionan que nos brinda recursos.

## **Problemas ambientales**

En cuanto a los problemas ambientales, la mayoría suele indicar la basura, contaminación y deforestación como los más importantes. No todos los jóvenes han escuchado hablar del cambio climático, entre los que lo han oído, existe consenso en que se trata de un problema ambiental. Hay gran confusión sobre lo que es el cambio climático. No mencionan la pérdida de la biodiversidad como un problema ambiental.

## **5.2 LAS ENTREVISTAS**

### **5.2.1 Aspectos ecológicos de la biodiversidad**

#### **Cadenas alimentarias**

**Pregunta 2:** *¿Podrías dar un ejemplo de una cadena alimentaria (o trófica) que tenga lugar en un lago?*

Gran parte de los entrevistados tiene dificultad para mencionar cadenas alimentarias que ocurran en lagos, generalmente mencionan cadenas del tipo: pez grande → pez pequeño → algas o plancton. Además de que algunos hablan de tiburones en los lagos. Por tanto se les permitió tratar cadenas que tienen lugar en la tierra. En sus ejemplos notamos que la gran mayoría tan solo habla de plantas y animales. En particular suelen mencionar como cadena trófica al humano → vaca → hierba, y no saben donde ubicar a los hongos y bacterias. Prácticamente ningún encuestado habla de los descomponedores ni la descomposición, tampoco de las plantas explícitamente como productores. Solo mencionan seres vivos, nunca los relacionan con factores abióticos.

#### **CATEGORÍAS DE ORGANISMOS MENCIONADOS**

- a) Animales y plantas, con presencia del ser humano como el último consumidor
- b) Animales y plantas, sin presencia del ser humano
- c) Animales, plantas, hongos y bacterias

#### **CATEGORÍAS DE TIPO DE ECOSISTEMA DONDE SE DESARROLLA LA CADENA ALIMENTARIA**

- a) Terrestre
- b) Acuático

#### **CATEGORÍAS DE PROCESOS MENCIONADOS**

- a) Consumo: los animales se alimentan de plantas y entre ellos
- b) Consumo: los animales se alimentan entre ellos

- c) Consumo: los animales se alimentan entre ellos y de plantas; las plantas de hongos o/y bacterias; a su vez los hongos se alimentan de bacterias o viceversa.
- d) Consumo y producción por autótrofos
- e) Consumo, producción por autótrofos y descomposición

#### CATEGORÍAS DE ELEMENTOS DEL ECOSISTEMA QUE INTERVIENEN EN LA CADENA

- a) Sólo seres vivos

#### **Pregunta 3: ¿Cuáles serían sus niveles tróficos?**

Cuando se pide a los jóvenes identificar los niveles tróficos de la cadena generalmente sólo mencionan a los consumidores ("consumidor primario, secundario, terciario"). Algunos hablan de carnívoros y herbívoros. Varios no saben responder esta pregunta. Un entrevistado vuelve a mencionar a los organismos y otro habla de depredador y consumidor. Ningún entrevistado mencionó a los descomponedores.

#### CATEGORÍAS DE NIVELES TRÓFICOS MENCIONADOS

- a) Solo consumidores (primario, secundario, terciario/ carnívoros, herbívoros/ depredadores)
- b) Consumidores y productores
- c) Lista de los organismos involucrados en la cadena

#### **Pregunta 4: ¿Qué nivel trófico te parece muy importante y por qué?**

En cuanto a la importancia de los organismos en los diferentes niveles (en la entrevista se les indica cuáles son esos niveles) la mayoría considera que los productores son los más importantes, en segundo término hablan de los consumidores (puesto que nos sirven de alimento).

#### CATEGORÍAS DE IMPORTANCIA DE LOS NIVELES TRÓFICOS

- a) Productores (porque son la base de la cadena, porque de ellos nació la vida, porque son autótrofos)
- b) Consumidores porque nos alimentamos de ellos
- c) Todos

#### **Pregunta 5: ¿Cómo sobreviven las plantas? Por ejemplo las plantas de los lagos o la que está en esa maceta...**

Sobre la supervivencia de las plantas, la mayoría indica que sobreviven con agua (muchos hacen referencia a las algas que viven en el agua). Varios indican que comen nutrimentos del suelo, otros señalan que se alimentan del agua y del sol, de minerales del lago, de excrementos

de animales, de insectos microscópicos que hay en el agua. Dos entrevistados indican que comen algo (probablemente peces). Dos alumnos hablan de la fotosíntesis como proceso para producir su propio alimento gracias al sol, agua, minerales y oxígeno.

#### CATEGORÍAS DE SUPERVIVENCIA DE LAS PLANTAS

- a) Sobreviven con agua
- b) Se alimentan de nutrimentos del suelo
  - de agua, sol y/o tierra
  - de minerales
  - de excrementos de animales
  - de otros seres vivos (insectos microscópicos, bacterias, peces)
  - de algo (pero no saben que)
- c) Producen su propio alimento

**Pregunta 6: ¿Qué crees que le suceda a un ser vivo después de que se muere? ¿Cómo se relaciona esto con la cadena alimentaria?**

Sobre qué sucede después de que un organismo (por ejemplo un pez) de la cadena muere, muchos jóvenes indican que "se deshace, se desintegra con el tiempo", que "otros se lo comen". Algunos hablan de descomposición y putrefacción pero tienen dificultad para explicarlas. Algunos mencionan la desintegración por erosión, otros que "se los comen los gusanos y luego los huesos se entierran", algunos más señalan que "es como abono, se va a las plantas".

#### CATEGORÍAS SOBRE QUÉ LES SUCEDE A LOS SERES VIVOS DESPUÉS DE MORIR

- a) Se deshacen, se desintegran (con el tiempo, por erosión)
- b) Otros se los comen
- c) Se descomponen
- d) Es abono para las plantas (las plantas se alimentan de esto)
- e) Se pudren

#### Ciclo del carbono

**Pregunta 7: ¿Has oído hablar del ciclo del carbono? ¿Podrías explicar brevemente en qué consiste?**

En lo que se refiere al ciclo del carbono, la mayoría de los jóvenes no sabe de qué se trata (a pesar de haberlo visto, teóricamente, en los años anteriores –desde sexto de primaria-).

#### 5.2.2 Aspectos sociales de la biodiversidad y algunos conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad

## **Clasificación de los seres vivos en cinco reinos**

**Pregunta 2:** *Sabemos que los seres vivos se clasifican en reinos, ¿sabes si los seres humanos pertenecemos a algún reino? ¿A cuál?*

La gran mayoría de los alumnos indica que pertenecemos al reino animal pero algunos simplemente indican que somos mamíferos o vivíparos. Parece existir confusión en la relación entre el concepto de mamífero, vivíparo y animal. Algunos jóvenes mencionan que "no somos animales".

### **CATEGORÍAS SOBRE EL LUGAR DEL SER HUMANO EN LA CLASIFICACIÓN**

- a) Reino animal
- b) Mamíferos
- c) Vivíparos
- d) Ninguno (no somos animales)

## **Dependencia de la sociedad de la naturaleza**

**Pregunta 3:** *¿Crees que las sociedades humanas dependen de los ecosistemas/ la naturaleza?*

Todos los estudiantes indican que dependemos de los ecosistemas o la naturaleza. Es más común que hablen de la naturaleza.

**Pregunta 4:** *¿En qué crees que dependemos de los ecosistemas/ la naturaleza?*

La gran mayoría indica que dependemos de la naturaleza para alimentarnos, respirar o simplemente sobrevivir. También hablan de recursos como el agua, aire, oxígeno. Un alumno mencionó los minerales como recurso económico. Algunos estudiantes indican que la naturaleza nos ofrece conocimientos. Muy pocos estudiantes mencionan los servicios ecosistémicos como por ejemplo "el equilibrio en los ecosistemas" que permite nuestra supervivencia o "reciclar el aire", sin especificar más detalles. Tan sólo un estudiante manifestó una percepción más integral y espiritual "la naturaleza es parte de nosotros y nos da la vida". Ningún alumno mencionó el aspecto estético.

### **CATEGORÍAS SOBRE EN QUÉ SENTIDO LOS SERES HUMANOS DEPENDEMOS DE LOS ECOSISTEMAS**

- a) Elementos para sobrevivir (alimentos, respirar)
- b) Recursos económicos y bienestar (minerales, electricidad, progreso)
- c) Ofrece conocimiento (investigación)

- d) Servicios ecosistémicos (plantas dan oxígeno, calor del sol, equilibrio ecosistémico, reciclar aire)
- e) Integral-espiritual (es parte de nosotros y nos da la vida)

### **Problemas ambientales**

**Pregunta 5: *Algunas actividades de la sociedad provocan problemas ambientales ¿Qué problemas ambientales has escuchado? ¿Cuáles te parecen importantes?***

Todos los entrevistados indican que las actividades humanas provocan problemas ambientales. La mayoría menciona la contaminación (fábricas, industrias, vehículos, quema de papel). En segundo término la deforestación (tala, urbanización). En tercer lugar la basura. Algunos hablan de la pesca furtiva, extinción, desequilibrio en los ecosistemas, erosión y capa de ozono.

### **CATEGORÍAS SOBRE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES PROVOCADOS POR EL SER HUMANO**

- a) Contaminación (en aire y agua, por fábricas, industria, vehículos, quema)
- b) Deforestación (tala, urbanización)
- c) Basura
- d) Pérdida de la biodiversidad (Pesca furtiva, extinción)
- e) Desequilibrio en los ecosistemas
- f) Erosión
- g) Capa de ozono
- h) Nos afectamos nosotros mismos

**Pregunta 6: *¿Has oído hablar de la biodiversidad? ¿Podrías definir el término Biodiversidad?***

En lo que se refiere al término biodiversidad, muchos no supieron definirla, otros indican que son las diferentes especies, algunos que toda la naturaleza. Algunas respuestas interesantes son: "vida de muchos, nos necesitamos", "vida", "vida divertida" y "es la diferencia entre plantas y animales".

### **CATEGORÍAS SOBRE LA DEFINICIÓN DE BIODIVERSIDAD**

- a) Diferentes especies
- b) Toda la naturaleza
- c) Vida (de muchos, nos necesitamos)
- d) Diferencias entre plantas y animales
- e) No saben



**Pregunta 7: ¿Has oído hablar de la pérdida de la Biodiversidad/ diversidad de seres vivos? ¿A qué crees que se deba?**

En cuanto a las causas gran parte de los jóvenes menciona la cacería. Algunos mencionan la deforestación, el consumo, la explotación, la contaminación, la basura. Otros pocos indican que no cuidamos a los seres vivos, que se extinguen por causa del hombre, que el ecosistema se afecta, es causa del cambio climático. Dos jóvenes hablan de causas naturales como los depredadores y el caso de los dinosaurios.

#### CATEGORÍAS SOBRE LAS CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

- a) Cacería
- b) Deforestación
- c) Modo de vida del ser humano (consumo, no los cuidamos, explotación, solo pensamos en nosotros)
- d) Contaminación
- e) Basura
- f) Cambio climático
- g) Ecosistema afectado
- h) Pérdida de hábitat (dejar sin hogar, sin alimento)
- i) Eventos naturales (depredación o lo que les sucedió a los dinosaurios)

**Pregunta 8: ¿Cuáles crees que sean las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad/ de la variedad de seres vivos?**

En lo que se refiere a las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad, la gran mayoría de los entrevistados indican que provoca un desequilibrio o desbalance en la naturaleza a menudo asociado con la interrupción de las cadenas alimentarias (mencionan que "se rompe la cadena alimentaria"). Algunos indican que las especies se convierten en plagas, que se dañan otras especies, que se afecta la naturaleza. Una explicación más preocupada por la ciencia es que hay conocimiento perdido. Otros pocos más prácticos mencionan que ya no tendríamos que comer. Algunos más presentan una preocupación más estética, indican que se pierde la oportunidad de verlos:

- "Se pierde la oportunidad de verlos, es una desgracia puesto que los animales son maravillosos".

- "Se afecta la naturaleza, cambian los colores y las formas"

- "Nuestros hijos ya no podrán ver su belleza"

Alguna opinión más dramática:

- "Se está perdiendo nuestro mundo".

Un despreocupado y antropocéntrico menciona que:

-“No nos afecta, nosotros los acabamos”

Es importante resaltar que gran parte de los entrevistados hacen referencia únicamente a la pérdida de los animales.

#### CATEGORÍAS SOBRE LAS CONSECUENCIAS DE LA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

- a) Desequilibrio en la naturaleza (se afectan las cadenas alimentarias, desbalance en el ciclo de la vida, daño a otras especies puesto que algunos se convierten en plagas)
- b) Habrá menos seres vivos
- c) Daño a nuestro mundo
- d) Pérdida de conocimiento futuro (tanto en el ámbito científico como estético)
- e) Pérdida estética (cambian los colores, las formas)
- f) No nos afecta a nosotros

**Pregunta 9:** *Uno de los problemas ambientales es el del cambio climático ¿Podrías explicar qué es el cambio climático?*

#### CATEGORÍAS SOBRE LA EXPLICACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- a) Cambio del agua
- b) Cambio del tiempo, clima (no hay ciclos normales, temperaturas extremas)
- c) Sobrecalentamiento por ozono
- d) No sabe

**Pregunta 10:** *¿Cuáles son las causas y consecuencias del cambio climático?*

#### CATEGORÍAS SOBRE LAS CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- a) Contaminación (vehículos, fábricas, smog)
- b) Ozono

#### CATEGORÍAS SOBRE LAS CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- a) Sobrecalentamiento del planeta (incendios, deslaves)
- b) Afecta los suelos
- c) Afecta a los seres vivos (muerte)

### 5.3 El cuestionario

#### 5.3.1 Conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad

##### Pregunta 1

Tema: **Clasificación de los seres vivos**

Tipo de reactivo: **Abierto**

En esta pregunta se pidió a los jóvenes clasificar algunos organismos en los cinco reinos: monera, protista, fungi, plantae y animalia. Como se muestra en la siguiente tabla, numerosos estudiantes no siguieron la clasificación de los cinco reinos:

TABLA 1. Criterios de clasificación adoptados por los estudiantes

Clasificaron a:	Adoptando la clasificación de los cinco reinos (% de estudiantes)	Adoptando otro criterio de clasificación (% de estudiantes)	No contestaron la pregunta (% de estudiantes)
Algas	34	<b>37.3</b>	28.7
Corales	33	<b>44.9</b>	22.1
Amibas	32.6	19.5	<b>47.9</b>
Bacterias	31	25.4	<b>43.6</b>
Estrellas de mar	22.1	<b>47.2</b>	30.7

Como se puede ver en la tabla anterior, en general los estudiantes no saben clasificar a las amibas ni a las bacterias (casi el 50% de los estudiantes no las clasifica bajo ningún criterio). En cuanto a las algas, corales y estrellas de mar, casi la mitad de los estudiantes los clasifican adoptando otro criterio de clasificación diferente al sistema de los cinco reinos. Dada esta situación, las respuestas de los jóvenes se analizaron según el criterio de clasificación que adoptaron.

#### 1) CLASIFICARON A LOS ORGANISMOS EN 5 REINOS

TABLA 2. Respuestas de los estudiantes sobre la clasificación de algunos seres vivos en los cinco reinos

Reino al que pertenecen:	Monera (%)	Protista (%)	Fungi (%)	Plantae (%)	Animalia (%)
Algas	2.6	1.3	1.7	<b>27.4</b>	1.0
Corales	3.3	1.0	1.7	12.2	<b>14.9</b>
Estrellas de mar	5.0	0.7	1.0	5.9	<b>9.6</b>
Bacterias	6.6	2.3	2.3	6.3	<b>13.5</b>
Amibas	6.6	1.7	3.0	7.3	<b>14.2</b>

Aproximadamente la tercera parte de los estudiantes encuestados clasificaron a los organismos mencionados en esta pregunta bajo el sistema de clasificación en cinco reinos. Sólo el 27% de los jóvenes clasifica correctamente las algas, el 15% los corales, el 10% las estrellas de mar, el 7% las bacterias y el 2% las amibas. Es decir que tan sólo el 12% de los

estudiantes (en promedio) acierta en la clasificación de los seres vivos enumerados en la pregunta.

## 2) CLASIFICARON A LOS ORGANISMOS SEGÚN DIFERENTES CRITERIOS

Numerosos estudiantes clasificaron a los seres vivos citados en otro tipo de categoría que la de los cinco reinos como se pedía en la pregunta. A continuación se presentan las categorías que se formularon a partir de las respuestas de los jóvenes:

-Clasificaron a los organismos según el hábitat. Los estudiantes mencionaron al reino marino, marítimo, del mar, submarino, acuático, acuario, terrestre, atmosférico y del aire.

-Clasificaron a los organismos según el tamaño de los organismos. Los estudiantes hicieron referencia al reino microscópico, celular, unicelular, de las células, de las moléculas y de los microorganismos.

-Clasificaron a los organismos según sus ideas de los nombres científicos. Los estudiantes hablaron con imaginación del reino bactos, bacterioso, bacteriológico, bacterias, bacterium, bacteriano, bacterial en el caso de las bacterias; del amibial y amibiano para las amibas; del estelar, estrillius, del universo y universal en el caso de las estrellas de mar. También mencionaron el reino pronera, de los moluscos y de los peces.

-Clasificaron a los organismos según la distinción vivo/ no vivo. Los estudiantes mencionaron al reino biológico, vivo, natural, ambiental y mineral. -Desde una visión antropocéntrica mencionaron al reino humano.

-Clasificaron a los organismos según lo que denominamos "medios de comunicación". Los estudiantes hablaron del reino "fuji" y del reino "unido".

-Clasificaron a los organismos según lo que denominamos "calidad del medio ambiente". Los estudiantes señalaron el reino de la suciedad y la basura en el caso de las bacterias y amibas.

De tal manera:

-Sobre los corales, sólo la tercera parte de los estudiantes (33%) los clasifica según el sistema de los cinco reinos y dudan si son animales o plantas (poco más del 10% en cada caso).

-Sobre las bacterias, también sólo la tercera parte de los estudiantes (31%) los clasifica según el sistema de los cinco reinos, y generalmente opinan que son animales (13%), unos pocos como plantas (6%). Sólo el 6% los clasifica en el reino monera.

-Sobre las estrellas de mar solo el 22% de los estudiantes las clasifican según el sistema de los cinco reinos. Tan sólo el 10% las clasifica en el reino animal.

-Sobre las amibas, sólo la tercera parte de los estudiantes (32.8%) las clasifica según el sistema de los cinco reinos. Generalmente señalan que las amibas son animales (14%) y en menor medida señalan que pertenecen al reino vegetal (7.3%) o monera (6.6%). Sólo el 1.7% de los jóvenes las clasifica como protistas.

-Sobre las algas, poco más de la tercera parte de los encuestados (34%) las clasifica según el sistema de los cinco reinos, sin embargo en este caso los que lo hacen identifican el reino correcto: vegetal (casi el 30%).

### Pregunta 2

**Tema:** Concepto de ecosistema  
**Tipo de reactivo:** Opción múltiple

En lo que se refiere al concepto de ecosistema se encontró lo siguiente:

TABLA 3. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar los elementos que constituyen un ecosistema

Los elementos que constituyen un ecosistema son:	%
No contestaron	3.6
Seres vivos	18.8
Un tipo de vegetación	25.7
Seres vivos y materia no viva	51.8

Aproximadamente la mitad de los estudiantes si considera que un ecosistema está constituido tanto por factores bióticos como abióticos. El otro 50% de los jóvenes suelen confundir un ecosistema con un tipo de vegetación o con un conjunto de seres vivos.

### Pregunta 3

**Tema:** Concepto de ecosistema  
**Tipo de reactivo:** Falso/ verdadero

Cuando se pide a los jóvenes identificar ante una lista de elementos característicos de algunos ecosistemas, si estos constituyen o no un ecosistema (reactivo de falso/ verdadero), señalan lo siguiente:

TABLA 4. Respuestas de los estudiantes con respecto a cuatro listas de elementos característicos de diferentes ecosistemas. Los estudiantes debían indicar si ese conjunto de elementos constituía o no un ecosistema

¿Los siguientes elementos constituyen un ecosistema? :	Verdadero (%)	Falso (%)	No contestaron (%)
Lista de factores <b>bióticos</b> característicos de un ecosistema terrestre (cactus, serpientes)	92.7	5.0	2.3
Lista de factores <b>bióticos</b> característicos de un ecosistema acuático (tiburones, peces, corales, algas, esponjas)	88.8	8.6	2.6
Lista de factores <b>bióticos y abióticos</b> característicos de un ecosistema acuático (peces, cangrejos, algas, agua, luz, rocas)	44.2	52.8	3.0
Lista de factores <b>abióticos</b> característicos de un ecosistema acuático (piedras, agua, luz, arena)	34.0	61.7	4.3

Se puede constatar que cuando los estudiantes tienen que reconocer, en un caso concreto, los elementos que constituyen un ecosistema, suelen reconocer únicamente a los factores bióticos como sus elementos constitutivos.

### 5.3.2 Aspectos ecológicos de la biodiversidad

#### Pregunta 4

Tema: **Ciclo del carbono**

Tipo de reactivo: **Opción múltiple**

Sobre algunas etapas del ciclo del carbono, los estudiantes indican:

#### 4 A. Fotosíntesis

Sobre el gas necesario para que los vegetales realicen la fotosíntesis aproximadamente la mitad de los estudiantes señalan al bióxido de carbono, sin embargo más de la tercera parte menciona al oxígeno.

TABLA 5. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar el gas que utilizan las plantas para realizar la fotosíntesis.

El gas necesario para realizar la fotosíntesis es:	%
No contestaron la pregunta	1.7
Nitrógeno	4.6
Aire	6.3
Oxígeno	34.0
Bióxido de carbono	53.6

Sobre la molécula orgánica sintetizada durante a la fotosíntesis, aproximadamente las dos terceras partes de los jóvenes señalan a la glucosa. El resto de los estudiantes se confunde con la fructosa y el glucógeno.

TABLA 6. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar la molécula orgánica sintetizada durante la fotosíntesis

La molécula orgánica sintetizada en la fotosíntesis es:	%
No contestaron la pregunta	3.6
Glucógeno	10.9
Fructosa	18.2
Glucosa	67.3

#### 4 B. Paso del carbono de plantas a animales

En cuanto al mecanismo mediante el cual es incorporado el carbono (sintetizado gracias a la fotosíntesis) por los animales, un poco más de la mitad de los estudiantes propone a la respiración de los animales y menos de la mitad al proceso de alimentación de los animales.

TABLA 7. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar el proceso gracias al cual pasa el carbono del organismo de las plantas al de los animales

El carbono de las plantas pasa al organismo de los animales cuando los animales:	%
No contestaron la pregunta	0.7
Se alimentan	47.5
Respiran	51.8

#### 4 C. Proceso gracias al cual regresa parte del carbono a la atmósfera

La mitad de los jóvenes indica que el carbono incorporado en los organismos gracias al proceso de fotosíntesis regresa a la atmósfera cuando las plantas fotosintetizan. Sólo poco más de la tercera parte de los estudiantes indica que el carbono regresa a la atmósfera gracias a la respiración de animales y plantas.

TABLA 8. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar el proceso gracias al cual regresa parte del carbono de los organismos a la atmósfera

El carbono regresa a la atmósfera gracias al proceso de:	%
No contestaron la pregunta	1.0
Alimentación	5.9
Respiración de animales	5.9
Respiración de animales y plantas	36.6
Fotosíntesis	50.5

#### 4 D. Forma en la cual regresa el carbono a la atmósfera

En lo que se refiere a la forma química en la cual regresa el carbono de los organismos vivos a la atmósfera, más de la mitad de los estudiantes indican el bióxido de carbono. Sin embargo poco más de la tercera parte de los jóvenes señala al hidróxido.

TABLA 9. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar la forma en la cual regresa el carbono a la atmósfera

El carbono regresa a la atmósfera en forma de:	%
No contestaron la pregunta	1.3
Glucosa	5.6
Hidróxido	34.0
Bióxido de carbono	59.1

#### Pregunta 5

Tema: Cadenas tróficas  
 Tipo de reactivo: Abierto

En esta pregunta abierta se pidió a los jóvenes esquematizar una cadena alimentaria que tuviera lugar en un lago y en la cual intervinieran bacterias, hongos, plantas y animales. Las respuestas de los estudiantes se analizaron desde diferentes perspectivas: según la estructura de la cadena alimentaria y según su funcionamiento.

## A. ESTRUCTURA DE LAS CADENAS ALIMENTARIAS ESQUEMATIZADAS

En cuanto a la estructura de las cadenas alimentarias esquematizadas por los estudiantes se tienen los siguientes resultados:

El 72.9 por ciento de los jóvenes esquematizaron sólo factores bióticos, mientras menos de la quinta parte (16.2%) esquematizaron factores bióticos y abióticos. El 10.9 por ciento de los estudiantes no respondieron esta pregunta.

Sobre los factores bióticos esquematizados se obtuvo lo siguiente:

### 1) Seres vivos esquematizados

TABLA 10. Seres vivos esquematizados por los estudiantes (un mismo estudiante pudo esquematizar más de un tipo de ser vivo)

	%
Hongos	43.9
Bacterias/ microorganismos	55.1
Plantas	73.3
Animales	88.8

En este reactivo fue posible distinguir diversos animales, por el contrario en el caso de las plantas, las bacterias y los hongos los esquemas eran muy generales o simplemente escribían estos nombres.

Si bien se pidió a los estudiantes esquematizar una cadena alimentaria que tuviera lugar en un lago, tan solo el 57.4 por ciento esquematizó organismos acuáticos.

### 2) Animales esquematizados

TABLA 11. Animales esquematizados por los estudiantes

		%
Vertebrados	Anfibios	1.7
	Reptiles	3.6
	Aves	10.9
	Mamíferos	28.1
	Peces	62.7
Invertebrados		16.2

Los mamíferos esquematizados por los estudiantes son fundamentalmente el ser humano (por el 11.5 %) y en segundo término la ballena y el conejo (por el 5%). En segundo término, menos del 2 por ciento de los estudiantes, mencionaron al ratón, al delfín, al gato, al perro, al tigre, a la foca, al oso y a la vaca. Menos del 1 por ciento de los jóvenes mencionaron el caballo, el cerdo, el elefante y la cebra.

En cuanto a las aves, mencionan fundamentalmente al águila (4.3%) y menos del 2 por ciento habla de los "pájaros", los pollo, las gallinas, los pingüinos y los patos.



Los reptiles mencionados son la víbora, la serpiente y en una ocasión el cocodrilo. El sapo y la rana son los dos anfibios mencionados.

En lo que se refiere a los peces, no suelen especificar ninguno, cuando lo hacen mencionan al tiburón (23%). Menos del 1 por ciento menciona al charal, pez martillo, pez espada, morena y anguila.

En cuanto a los invertebrados, hablan fundamentalmente de gusanos (7.6%). En segundo término (menos del 2%) son mencionadas las estrellas de mar, los cangrejos, los camarones, las artemias y las mariposas. Menos del 1 por ciento mencionan el coral, el pulpo, las arañas, las libélulas, las moscas y los insectos.

El cuatro por ciento de los estudiantes incluye elementos de uso humano en las cadenas alimentarias, tales como: anzuelos, botes, latas y alimentos (miel, tortilla, zanahoria, "carne de pez").

### 3) Número de elementos esquematizados

TABLA 12. Número de elementos que intervienen en la cadena alimentaria esquematizada por los estudiantes

Número de elementos esquematizados:	%
1	0.7
2	3.6
3	18.5
4	<b>44.9</b>
5	15.2
Más de 5	6.3

En cuanto a la forma de la cadena, el 69.6 por ciento de los jóvenes esquematizó cadenas alimentarias lineales y el 12.2 por ciento cíclicas.

## B. DINÁMICA DE LAS CADENAS ALIMENTARIAS ESQUEMATIZADAS

En cuanto al funcionamiento de las cadenas alimentarias esquematizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

### 1) Procesos esquematizados

TABLA 13. Procesos esquematizados por los estudiantes

	%
Ninguno	5.0
Consumo	<b>75.6</b>
Consumo y producción	6.3
Consumo, producción y descomposición	0.7
Consumo y descomposición	1.7

La gran mayoría de los estudiantes (76%) solo indicaron el proceso de consumo en las cadenas alimentarias. Sólo menos del 1 por ciento de los estudiantes mencionaron los tres procesos que tienen lugar en las cadenas alimentarias.

Por otro lado, tan sólo 5.6% de los jóvenes nombraron correctamente los procesos esquematizados.

**Pregunta 6**

**Tema:** Cadenas tróficas

**Tipo de reactivo:** Falso/ verdadero

Con respecto a algunas proposiciones sobre la dinámica de las cadenas alimentarias los estudiantes proporcionan las siguientes respuestas a esta pregunta de falso/ verdadero:

TABLA 14. Respuestas de los estudiantes con respecto a cuatro proposiciones sobre la dinámica de las cadenas alimentarias.

Sobre las siguientes proposiciones responden:	Verdadero (%)	Falso (%)	No contestaron (%)
Los organismos más grandes y fuertes se alimentan de los más pequeños y débiles	79.9	13.9	6.3
Todos los seres vivos se alimentan de otros seres vivos	69.0	25.4	5.6
El ser humano es el último eslabón de las cadenas alimentarias	47.9	45.9	6.3
En las cadenas alimentarias los productores son los seres humanos, capaces de producir sus alimentos	33.3	58.7	7.9

Prevalece en los estudiantes la idea de que los organismos más grandes y fuertes se alimentan de los más pequeños y débiles, y de que una cadena alimentaria consiste esencialmente en el consumo de unos seres vivos por otros. También aproximadamente la mitad de los estudiantes indica que el ser humano es el último eslabón de las cadenas alimentarias. Sin embargo más de la mitad de los encuestados no está de acuerdo en que los seres humano son productores.

**Pregunta 7**

**Tema:** Cadenas tróficas

**Tipo de reactivo:** Doble elección respuesta razón

Sobre los niveles tróficos los estudiantes indican:

**7 A. Nivel trófico más importante**

Casi la mitad de los estudiantes indica que el nivel trófico más importante es el de los productores.

TABLA 15. Categorías seleccionadas por los estudiantes para identificar el nivel trófico más importante

El nivel trófico más importante es:	%
No contestaron la pregunta	2.3
Herbívoros	12.2
Todos	13.9
Consumidores	22.8
Productores	48.8

### 7 B. Justificación del nivel trófico identificado como el más importante

En este inciso se pide a los jóvenes señalar la razón por la cual eligieron la respuesta anterior. Se les proporcionan las opciones enlistadas en la tabla, incluyendo la posibilidad de brindar otra razón si es que ninguna de las que se les ofrecen les parece conveniente.

TABLA 16. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección del nivel trófico más importante

El nivel trófico elegido es el más importante puesto que:	%
No contestaron la pregunta	2.6
Sin los herbívoros no tendríamos que comer	4.6
Muchos seres vivos se alimentan de ellos	5.6
Sin los consumidores no habría cadena	11.6
Otra razón	12.2
Sólo ellos pueden producir materia orgánica a partir de materia inorgánica	13.2
Nos alimentamos de ellos	16.8
Son la base de la cadena	33.3

**El análisis conjunto de la pregunta 7A y 7B arroja los siguientes resultados:**

#### 1) LOS HERVÍBOROS CONSTITUYEN EL NIVEL TRÓFICO MÁS IMPORTANTE

Los estudiantes que responden que los herbívoros constituyen el nivel trófico más importante en las cadenas alimentarias, lo explican de acuerdo a las siguientes opciones:

TABLA 17. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de los herbívoros como el nivel trófico más importante

El nivel trófico más importante son los herbívoros puesto que:	%
Otra razón:	0.3
Sólo ellos pueden producir materia orgánica a partir de materia inorgánica	0.7
Muchos seres vivos se alimentan de ellos	1.3
Sin los herbívoros no tendríamos que comer	2.0
Son la base de la cadena	2.3
Nos alimentamos de ellos	4.6

Otra razón mencionada por un estudiante:

-"Porque nos alimentamos de ellos, comemos carne".

#### 2) LOS CONSUMIDORES CONSTITUYEN EL NIVEL TRÓFICO MÁS IMPORTANTE

Los estudiantes que responden que los consumidores constituyen el nivel trófico más importante en las cadenas alimentarias, lo explican de acuerdo a las siguientes opciones:

TABLA 18. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de los consumidores como el nivel trófico más importante

El nivel trófico más importante son los consumidores puesto que:	%
Sin los herbívoros no tendríamos que comer	0.3
Sólo ellos pueden producir materia orgánica a partir de materia inorgánica	1.0
Otra razón	1.3
Muchos seres vivos se alimentan de ellos	1.6
Nos alimentamos de ellos	5.6
Son la base de la cadena	4.6
Sin los consumidores no habría cadena	<b>8.2</b>

Otra razones mencionadas por los estudiantes hacen referencia a una visión antropocéntrica, señalan que los consumidores son importantes puesto que nosotros somos consumidores:

-“Porque somos consumidores primarios”

-“Porque los consumidores son los que comen”

-“Porque tenemos que mantener la cadena alimentaria como consumidores”

### 3) LOS PRODUCTORES CONSTITUYEN EL NIVEL TRÓFICO MÁS IMPORTANTE

Los estudiantes que responden que los productores constituyen el nivel trófico más importante en las cadenas alimentarias, lo justifican de acuerdo a las siguientes opciones:

TABLA 19. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de los productores como el nivel trófico más importante

El nivel trófico más importante son los productores puesto que:	%
Sin los herbívoros no tendríamos que comer	0.3
Muchos seres vivos se alimentan de ellos	2.0
Sin los consumidores no habría cadena	2.3
Nos alimentamos de ellos	3.0
Otra razón	3.6
Solo ellos pueden producir materia orgánica a partir de materia inorgánica	11.2
Son la base de la cadena	<b>24.1</b>

Otras razones mencionadas por los estudiantes para justificar la importancia de los productores en las cadenas alimentarias son:

a) Que los productores son indispensables para la cadena:

-“Porque sino no habría cadena y los animales se morirían”

b) Que los productores producen alimento, si bien no profundizan en este aspecto:

-“Porque son productores”

- "Porque producen los alimentos"
  - "Porque producen la comida de los demás"
  - "Porque ellos son los principales productores"
  - "Porque no todos son los que se alimentan de otros"
  - "Porque si nos comemos toda la comida que haya o sea todos los seres vivos, se acabaría y nos moriríamos y los productores producen para alimentarnos"
- c) Que nos alimentamos de ellos:
- "Porque ellos son los que nos ayudan a tener una buena alimentación"

#### 4) TODOS LOS NIVELES SON IMPORTANTES

Los estudiantes que responden que todos los niveles de las cadenas alimentarias son importantes lo justifican de acuerdo a las siguientes opciones:

TABLA 20. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de todos los niveles tróficos como importantes

Todos los niveles tróficos son importantes puesto que:	%
Sin los consumidores no habría cadena	0.3
Sólo ellos pueden producir materia orgánica a partir de materia inorgánica	0.3
Muchos seres vivos se alimentan de ellos	0.7
Sin los herbívoros no tendríamos que comer	0.7
Nos alimentamos de ellos	2.0
Son la base de la cadena	2.3
Otra razón	7.3

Otras razones mencionadas por los estudiantes para justificar la importancia de todos los niveles tróficos son:

- a) Que nos alimentamos de ellos:
- "Porque si no fuera de las hierbas y los animales no comeríamos y nos moriríamos de hambre"
  - "Porque son nutritivos"
- b) Que todos son básicos.
- "Porque todos necesitan de todos"
  - "Porque se alimentan y nos alimentamos de ellos"

#### Pregunta 8

**Tema:** Cadenas tróficas  
**Tipo de reactivo:** Doble elección respuesta razón

Sobre el proceso de descomposición los estudiantes indican:

#### 8 A. Proceso por el que pasan los seres vivos después de morir

La mayoría de los jóvenes indica que después de morir los seres vivos sirven de alimento a otros

seres vivos (48%) o bien que se descomponen (33%).

TABLA 21. Categorías seleccionadas por los estudiantes para explicar que les sucede a los seres vivos después de que mueren

Después de que han muerto, los seres vivos:	%
No contestaron la pregunta	0.3
Se extinguen	4.3
Se deshacen, se desintegran	14.2
Se descomponen	33.0
Otros se los comen	48.2

### 8 B. Justificación del proceso por el que pasan los seres vivos después de morir

Cuando se pide a los estudiantes elegir entre varias opciones la razón que justifique su respuesta anterior, incluyendo la opción de explicarlo con sus propias palabras, suelen indicar que los gusanos se alimentan de los organismos muertos. Aproximadamente la quinta parte de los estudiantes indica el proceso de descomposición por medio de los microorganismos.

TABLA 22. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar el proceso por el cual pasan los seres vivos después de morir

El proceso elegido es el más importante puesto que:	%
No contestaron la pregunta	2.3
Se rompe la cadena	2.6
La erosión del agua y viento los ataca	7.3
Otra razón	7.9
Se desbaratan con el tiempo	10.9
Se pudren	12.9
Los microorganismos los digieren y absorben parte de sus nutrientes	23.8
Los gusanos se alimentan de ellos	32.3

**El análisis conjunto de la pregunta 8A y 8B arroja los siguientes resultados:**

1) Los estudiantes que responden que después de morir, los organismos se deshacen, se desintegran, lo justifican eligiendo las siguientes opciones:

TABLA 23. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de la desintegración como el proceso que tiene lugar después de que los organismos han muerto

Después de morir los organismos se deshacen, se desintegran, puesto que:	%
Otra razón	0.7
Se pudren	1.0
La erosión del agua y viento los ataca	1.3
Los microorganismos los digieren y absorben parte de sus nutrientes	1.6
Los gusanos se alimentan de ellos	2.3
Se desbaratan con el tiempo	6.9

Estos estudiantes se refieren a un proceso físico: los seres vivos después de morir se deshacen,

se desbaratan con la acción del tiempo.

2) Los estudiantes que indican que después de morir, otros seres vivos se alimentan de los organismos muertos, lo justifican eligiendo las siguientes opciones:

TABLA 24. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de la alimentación de otros seres vivos de los organismos muertos, como proceso que tiene lugar después de que los organismos han muerto

Otros seres vivos se comen a los organismos muertos, es decir que:	%
Se rompe la cadena	0.3
Se desbaratan con el tiempo	0.3
Se pudren	1.0
La erosión del agua y viento los ataca	2.3
Otra razón	5.6
Los microorganismos los digieren y absorben parte de sus nutrientes	14.5
Los gusanos se alimentan de ellos	23.4

Estos estudiantes, que son la mayoría, se refieren a un proceso biológico. Sin embargo hacen referencia no a la descomposición sino al consumo: los gusanos, organismos macroscópicos se comen a los organismos muertos. No consideran a la descomposición como un proceso en sí mismo sino como otro eslabón de consumo dentro de la cadena alimentaria.

3) Los estudiantes que indican que después de morir, los organismos se descomponen, lo justifican eligiendo las siguientes opciones:

TABLA 25. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de la descomposición como el proceso que tiene lugar después de que los organismos han muerto

Después de morir, los organismos se descomponen, puesto que:	%
Otra razón	1.3
Se rompe la cadena	1.3
Se desbaratan con el tiempo	3.0
La erosión del agua y viento los ataca	3.0
Los gusanos se alimentan de ellos	6.3
Los microorganismos los digieren y absorben parte de sus nutrientes	6.6
Se pudren	10.9

Estos estudiantes, la tercera parte de los encuestados, si bien indican que después de morir los organismos se descomponen, explican la descomposición como una putrefacción. Sólo el 7% de los encuestados se refiere a la descomposición como un proceso que realizan los microorganismos.

4) Los estudiantes que indican que después de morir, los seres vivos se extinguen, lo justifican de acuerdo a las siguientes opciones:

TABLA 26. Categorías seleccionadas por los estudiantes para justificar la elección de la extinción como el proceso que tiene lugar después de que los organismos han muerto

Después de morir, los seres vivos se extinguen, puesto que:	%
Otra razón	0.3
Los gusanos se alimentan de ellos	0.3
Se desbaratan con el tiempo	0.7
La erosión del agua y viento los ataca	0.7
Los microorganismos los digieren y absorben parte de sus nutrientes	1.0
Se rompe la cadena	1.0

Algunos jóvenes (menos del 5%) señalan que después de morir los organismos se extinguen puesto que se rompe la cadena alimentaria.

### Pregunta 9

Tema: Cadenas tróficas  
 Tipo de reactivo: Falso/ verdadero

Sobre la nutrición de las plantas señalan:

TABLA 27. Respuestas de los estudiantes con respecto a cuatro proposiciones sobre la nutrición de las plantas

Sobre las siguientes proposiciones responden:	Verdadero (%)	Falso (%)	No contestaron (%)
Las plantas se alimentan de agua	84.8	8.3	5.9
Las plantas se alimentan de agua, sol, tierra y aire	82.5	9.2	8.3
Las plantas se alimentan de nutrimentos del suelo	69.3	23.8	7.0
Las plantas se alimentan de tierra	47.2	45.2	7.6
Las plantas son capaces de producir materia orgánica a partir de materia inorgánica	30.7	58.4	10.9
Las plantas se alimentan de microorganismos	24.1	62.4	13.5

La gran mayoría de los estudiantes reconoce a las plantas como organismos que se alimentan (de agua, sol, tierra, aire, nutrimentos del suelo), aproximadamente la cuarta parte de los jóvenes indica que las plantas se alimentan de microorganismos. Menos de la tercera parte de los jóvenes señalan a las plantas como organismos capaces de producir materia orgánica a partir de materia inorgánica.

### 5.3.3 Aspectos sociales de la biodiversidad

#### Pregunta 10

Tema: Dependencia de la sociedad de la naturaleza  
 Tipo de reactivo: Abierto

En esta pregunta se pidió a los estudiantes mencionar los aspectos en los cuáles el ser humano



depende de la naturaleza. Las respuestas de los estudiantes permitieron formular dos categorías: la primera cuando hacen referencia a elementos de la naturaleza y la segunda cuando hablan de los aspectos en los cuales nos beneficia.

El 91.4 por ciento de los estudiantes respondieron esta pregunta.

### 1) ELEMENTOS DE LA NATURALEZA DE LOS CUALES DEPENDEMOS

Los elementos de la naturaleza mencionados se agruparon en factores bióticos, factores abióticos y la mezcla de ambos.

Tabla 28. Elementos de la naturaleza de los que depende el ser humano mencionados por los estudiantes

Elementos mencionados:	%
No contestaron la pregunta	8.6
Mencionan sólo factores bióticos	15.2
Mencionan sólo factores abióticos	19.1
Mencionan factores bióticos y abióticos	45.9

La mayoría de los estudiantes indica que dependemos tanto de factores bióticos como abióticos, por ejemplo:

*Adrian indica que dependemos "del aire, agua, plantas como árboles, animales, sol, oxígeno, fruta".*

*Balvina: "Dependemos del aire, de los frutos, de los animales"*

*Victoria: "De la capa atmosférica, el agua, los animales, los vegetales"*

#### Factores bióticos mencionados

Los factores bióticos mencionados son básicamente animales y plantas. En el caso de los animales, pocos estudiantes especifican mencionando algunos animales domésticos tales como vaca, gallina, cerdo y peces; algunos hablan de fauna. En cuanto a las plantas, mencionan este término o bien hacen referencia a árboles, pastos, hierbas, bosques, vegetación, áreas verdes y en numerosas ocasiones con una connotación alimenticia: vegetales, verduras, frutas, cosechas, cereales, maíz. En ocasiones hablan directamente de condimentos, carne de res, tortillas, comida o alimento.

Es importante mencionar que gran parte de los estudiantes (15%) hicieron alusión a que la vegetación es importante puesto que produce oxígeno, lo que nos permite respirar. Se puede decir que estos estudiantes hacen referencia a este servicio ambiental:

*Erika: "Dependemos del oxígeno que nos proporcionan las plantas y respiramos gracias a los árboles..."*

*Arelí: "Necesitamos de la naturaleza porque sin árboles no tendríamos oxígeno, agua, plantas para comer, etc"*

*Alberto: "De los árboles para respirar, de los animales para comer, etc"*

Adriana: "De los animales porque ellos comen hierba, de la vegetación, de los minerales, de las proteínas"

#### Factores abióticos mencionados

Entre los factores abióticos los estudiantes suelen hacer referencia esencialmente al aire, oxígeno, agua y suelo/tierra. Sin embargo dentro de la variedad de términos citados se encuentran: bióxido de carbono, viento, lluvia, mar, lago, manantial, mantos acuíferos, clima, atmósfera, capa atmosférica, calor, luz, sol, sombra, sales minerales, minerales, proteínas y nitrógeno.

Algunos estudiantes, menos de diez, utilizaron términos que abarcan factores bióticos y abióticos tales como ecosistema, materia orgánica/ inorgánica y "todo".

## 2) ASPECTOS EN LOS CUALES NOS BENEFICIA LA NATURALEZA

Por otro lado, numerosos jóvenes hicieron referencia a los aspectos en los cuales nos beneficia la naturaleza. Esencialmente mencionan que la naturaleza nos permite respirar y alimentarnos para así sobrevivir.

Tabla 29. Frecuencia y porcentaje con los cuales son mencionadas por los estudiantes cada una de las categorías sobre los aspectos en los cuales la naturaleza beneficia al ser humano (un mismo estudiante pudo señalar más de una categoría)

Aspectos mencionados:	%
Nos permite conocerla mejor	0.3
Nos brinda todo (expresión literal utilizada por los estudiantes)	1
Nos brinda diversión	1
Nos permite cultivar, cosechar	2.6
Nos permite mantener la salud (higiene, medicamentos)	3
Nos permite gozar de bienestar estético, espiritual	3.3
Nos brinda materiales (construcción de casas, vestido)	5.3
Nos permite realizar procesos vitales (respiración, alimentación)	39.3

La gran mayoría de los estudiantes indica que la naturaleza nos permite sobrevivir, por ejemplo:

Verónica: "Con los árboles podemos respirar y además las plantas nos dan alegría con la lluvia muchos siembran maíz y con él podemos comer, como es la tortilla"

Alma: "para respirar, para tomar agua, alimentarnos de animales, alimentarnos de frutas"

Margarita: "Porque sino, no viviríamos ahorita"

Jessica: "Porque la naturaleza nos da el aire podemos tener alimentos de los árboles y de las cosechas"

Jazmin: "Como seres humanos dependemos del oxígeno y como también como algunos árboles que tienen frutos y de su sombra"

Emmanuel: "De los árboles para respirar los animales para comer, plantas para comer"

### Pregunta 11

Tema: **Problemas ambientales**

Tipo de reactivo: **Ablerto**

#### 1) PROBLEMAS AMBIENTALES

Quando se pide a los jóvenes indicar los que consideran son problemas ambientales, mencionan los siguientes:

TABLA 30. Frecuencia y porcentaje con los cuales son mencionadas por los estudiantes cada una de las categorías sobre los problemas ambientales (un mismo estudiante pudo señalar más de una categoría)

Problemas ambientales mencionados:	%
Lluvia ácida	0.3
Erosión	0.3
Cambio climático	1
Extinción	2.3
Caza	2.3
Agua (desperdiciarla)	4
Deforestación	27.1
Basura	43.6
Contaminación	73.3
No contestaron la pregunta	8.6

Para la gran mayoría de los jóvenes encuestados la contaminación es el principal problema ambiental, en segundo termino mencionan la basura y en tercero la deforestación.

#### 2) CAUSAS DE LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

En muchas ocasiones los jóvenes mencionan algunas causas de los problemas ambientales.

##### Contaminación

En cuanto a la **contaminación**, en ocasiones hacen referencia a las sustancias y actividades que la provocan, y/o a los lugares contaminados, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 31. Causas de la contaminación y lugares contaminados mencionados por los estudiantes (un mismo estudiante pudo señalar más de una categoría)

Contaminación: causas y lugares mencionados		%
Sustancias causantes de la contaminación	Químicos *	11.5
	Humo (o smog)	7.6
	Desechos, basura	4
	CO2	0.3
Actividades causantes de la contaminación	Auto	22.4
	Quema	16.8
	Industria, fábrica	12.9
	Fumar	1
	Ruido	0.7
Lugar contaminado	Agua (o río, lago, mar)	18.1
	Aire (o atmósfera)	14.5
	Suelo (o tierra)	6.6
	Ambiente	2.6
	Cludad	0.7
	Subsuelo	0.3

\* Dentro de la categoría de "químicos" además de mencionar este término, los jóvenes hablan de sustancias tóxicas o tóxicos, aerosoles, fertilizantes, insecticidas, detergente, petróleo, pintura y gasolina.

Cuando los estudiantes hacen referencia a las sustancias causantes de la contaminación mencionan fundamentalmente químico y el humo o smog. En cuanto a las actividades causantes de la contaminación la mas citada es conducir autos. Por otro lado, los lugares contaminados que suelen mencionar son el agua y el aire.

### Basura

Cuando se refieren al problema ambiental de la **basura**, la gran mayoría de los jóvenes (31.7%) hacen referencia a que la tiramos. Mencionan que el problema reside en tirarla (simplemente hablan de tirar basura o de tirarla en la calle, piso, suelo, tirarla al comer, en los días de campo y en tirar mucha). Algunos relacionan el problema de la basura con la vida urbana y el hogar (1.6%). Tan sólo el 1% habla de consumismo y producción de basura.

### Deforestación

Los jóvenes que hacen referencia a la **deforestación** generalmente mencionan la tala (17.5%). En segundo lugar (7.3% de los estudiantes) relacionan la deforestación con los incendios—en ocasiones se refieren a fogatas, quema—. Algunos pocos hablan más bien de actitudes humanas de destrucción (3.3%) —como por ejemplo destrucción de bosques, plantas, árboles, deterioro de árboles, maltratar, plantas, pisar césped, patear plantas—. Sólo un estudiante (0.3%) habla de agricultura.

La gran mayoría de los estudiantes mencionan la contaminación (generalmente por autos), el tirar la basura y la deforestación (por tala e incendios) como problemas ambientales:

*Alejandro: "si como los carros contaminan"*

Melvin: "tirar basura, contaminar ríos, quemar basura, talar los árboles"

Daniel: "la tala de árboles, tirar basura, uso del auto"

Lis: "tirar basura, quemar llantas, hacer fogatas, tirar árboles"

Juan: "tiramós basura en las calles, por medio de fábricas, la contaminación de los carros, quemamos la basura"

Fabiola: "la tala de árboles, cuando queman los bosques, cuando gastamos el agua, contaminamos el aire, etc"

## Pregunta 12

Tema: **Pérdida de la biodiversidad**

Tipo de reactivo: **Ablerto**

### A. CAUSAS DE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

#### 1) SITUACIONES QUE AMENAZAN LA EXISTENCIA DE ALGUNOS SERES VIVOS

Sobre las causas que provocan que varios seres vivos estén en peligro de extinción, las respuestas de los jóvenes permitieron formular diferentes categorías de respuesta a esta pregunta abierta, las cuales se presentan a continuación:

TABLA 32. Causas de la situación de peligro de extinción en que se encuentran varios seres vivos, mencionadas por los estudiantes (un mismo estudiante pudo mencionar más de una categoría)

Causas del peligro de extinción mencionadas por los estudiantes:		%
Actividades	Comercio	14.3
	Caza	<b>46.2</b>
Problemas ambientales	Capa de ozono	0.3
	Deforestación	4.6
	Basura	6.6
	Contaminación	<b>19.8</b>
Fenómenos naturales	Muerte-depredación	2.3
Alteración del ecosistema*		13.2
No contestaron la pregunta		14.5

\*Dentro de la categoría que se denominó "alteración del ecosistema" se agruparon los siguientes temas: modificación del ecosistema; falta de espacio, alimento o agua; sobrepoblación humana, expansión urbana, invasión; dificultad de reproducción, enfermedades-epidemias y dificultades de adaptación.

Casi la mitad de los estudiantes atribuyen a la caza la situación de peligro de extinción en la cual se encuentran algunos seres vivos; aproximadamente la quinta parte de los jóvenes atribuyen esta situación a la contaminación.

#### 2) SERES VIVOS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN Y PARTES DEL ORGANISMO UTILIZADAS POR EL SER HUMANO

Por otro lado, el 19.5% de los jóvenes hace referencia a algunos **seres vivos o partes de su cuerpo**. Cuando mencionan seres vivos esencialmente mencionan animales y sobretodo

mamíferos, en seguida aves, reptiles, peces e invertebrados. Los mamíferos mencionados son: ballena, oso panda, delfin, elefante, oso, perro "fino", murciélago; las aves: águila, guacamaya, halcón y tucán; en cuanto a los peces hablan de tiburón, "peces" y mantaraya; serpiente, cocodrilo, iguana y tortuga para los reptiles y pulpo para los invertebrados. Sólo un estudiante habló de "árboles". En lo que se refiere a las partes del cuerpo de los seres vivos, hacen referencia esencialmente a derivados de animales tales como: piel, carne, marfil, huevos, cabezas, colmillos y cuernos.

Algunas respuestas de los estudiantes que ejemplifican este aspecto son:

*Beatriz: "porqué los cazan y hacen tráfico de animales o solamente por el marfil en el caso del elefante"*

*Erika: "Es porque el hombre requiere de sus pieles, su carne, etc."*

*Israel: "por sus pieles, por el marfil que produce o por su carne"*

### 3) USO DE LOS SERES VIVOS O DE SUS DERIVADOS

Varios jóvenes (13.2%) hablan de la **utilización de los seres vivos o sus derivados**, mencionan esencialmente la alimentación y el vestido (vestir, ropa, cosas personales). Algunos jóvenes mencionan la colección (disección, trofeo, fotografía), la exhibición (museos), los zoológicos y las mascotas. Algunos ejemplos de estas respuestas son:

*Yesenia: "modelos extravagantes de ropa (vestidos de cuero, chamarras de gamuza, pantalones de víbora, lana de borrego, abrigos de tigres) zapatos, botas de cuero, de piel de caballo, de serpientes, de tigres. Estos animales bonitos en su tono de piel han estado desapareciendo debido a las modas exóticas que los diseñadores provocan con sus diseños extravagantes y desequilibran los ecosistemas"*

*Rosa: "porque no hace mucho calor, porque los matan los cazadores para vender sus pieles en tiempo de invierno"*

*Adriana: "Los matan para vender su piel o solo para tomarse una fotografía, venden sus cabezas o las tienen de trofeo"*

*Luis: "Al matar a los animales para hacer pieles, zapatos, accesorios, etc"*

*Dafne: "que el hombre tenga más lujos como son ropa, carro, etc."*

### 4) ACTITUDES Y VALORES QUE PROVOCAN LA EXTINCIÓN

Aproximadamente la tercera parte de los jóvenes (26.1%) hicieron alusión a algunas **actitudes y valores** relacionados con el peligro de extinción que enfrentan algunos seres vivos. Los estudiantes mencionaron esencialmente el gusto y la diversión de los humanos en asociación generalmente con la caza deportiva. En segundo lugar mencionaron la destrucción, el maltrato y la explotación sin control; el descuido y falta de valoración de los seres vivos, así como la ambición económica (por ejemplo codicia, lujo, extravagancia). También fueron mencionados la

necesidad, inconsciencia, irracionalidad, ignorancia, afán de conocimiento así como el peligro que representan ciertos seres vivos.

Algunos ejemplos de las respuestas de los estudiantes son:

*Alberto: "porque los humanos los matan por diversión"*

*Giovanni: "El hombre y su ambición de ganar dinero"*

*Carlos: "Por la cacería, la contaminación, por el dinero, etc."*

*Fernando "porque no les tomamos cuidado"*

*Indra: "la ignorancia de la gente"*

*Griselda: "por la caza de animales irracionalmente"*

*Dulce: "porque lo hacen para su bien de esa persona (según ellos)"*

*Hector: "por la inconsciencia del ser humano, o la necesidad"*

*Giovanni: "el hombre y su ambición de ganar dinero"*

## B. CONSECUENCIAS DE LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Sobre las consecuencias que podrían derivar del hecho de que varias especies de seres vivos estén en peligro de extinción, las respuestas de los estudiantes se agruparon en dos grandes categorías. La primer categoría abarca las respuestas de los jóvenes que hacen referencia a las consecuencias sobre las propias especies en peligro de extinción en cuanto a su cantidad. La segunda categoría se refiere al efecto que podría tener la amenaza de extinción que sufren algunas especies de seres vivos sobre el medio ambiente y los seres humanos.

TABLA 33. Consecuencias que podrían derivar de la situación de peligro de extinción (en la cual se encuentran varios seres vivos) mencionadas por los estudiantes (un mismo estudiante pudo mencionar más de una categoría)

Categorías de respuesta		%
Afecta la cantidad de seres vivos	Menos seres vivos	10.9
	Muerte	12.9
	Extinción	34.7
Afecta al ser humano		17.8
Afecta al medio ambiente		20.1
No contestaron la pregunta		20.1

En la opinión de la mayoría de los estudiantes la pérdida de biodiversidad podría llevar a muchas especies a la extinción y afectaría al medio ambiente.

### 1) DISMINUCIÓN DE LA CANTIDAD DE SERES VIVOS

Sobre la cantidad de seres vivos, numerosos estudiantes hacen referencia a que los seres vivos en peligro de extinción realmente se pueden extinguir. Algunos mencionan la palabra extinción, otros hablan de que se acabarán algunas especies, desaparecerán o dejarán de existir:

*Beatriz: "se extingue su especie"*

*Alberto: "que la especie a la que matan va a desaparecer"*

*Gabriel: "no volverán a existir en la faz de la tierra como la vaquita marina"*

*Erika: "todos los humanos estamos acabando con las pocas especies que quedan en nuestro planeta tierra"*

*Marco Antonio: "se va a extinguir ese animal"*

*Marco: "ya no existirán especies tan bellas"*

*Angélica: "que dentro de muy poco y ano va a haber esos hermosos animales que hay en nuestro planeta, en el caso de las aves como guacamayas se están extinguiendo porque les quitan sus hermosas plumas para hacer cosas"*

Otro subgrupo de jóvenes indica que tales seres vivos se pueden morir.

*Juan: "que a veces se mueren por no tener quien los ayude"*

El tercer subgrupo se refiere a la disminución en la variedad de seres vivos, lo que podríamos llamar propiamente la pérdida de biodiversidad.

*Eduardo: "pérdida de especies"*

*Alonso: "pérdida de muchas especies animales de cualquier tipo"*

Al referirse al peligro de extinción que acecha a algunos seres vivos, varios jóvenes (26.1%) son más precisos, generalmente hablan de animales (en ocasiones mencionan algunos, esencialmente vertebrados y sobre todo mamíferos) y a veces los califican de bellos y hermosos. En menor medida mencionan el término especie, fauna, seres vivos, naturaleza y plantas (bosques, vegetación, flora).

## 2) ALTERACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Algunos son los jóvenes (6%) que señalan que la extinción de ciertos seres vivos afecta al medio ambiente. Se refieren a la modificación del medio ambiente, del ecosistema, del medio natural, de la naturaleza, del planeta y de la ecología utilizando palabras tales como: desequilibrio, pérdida, desorden, alteración, cambio, desbalance, desaparición y daño.

*Giovanni: "se hace un desbalance en el medio ya que es un medio controlado"*

*Luis: "no tener esos animales para un mejor ecosistema"*

*Pamela: "que ahora se está desequilibrando nuestro ecosistema"*

*Carmen: "se destruye la naturaleza, el ecosistema sufre modificaciones"*

Por otro lado, parte los estudiantes (7.5%) hacen referencia a la alteración, ruptura, pérdida y desequilibrio de las cadenas alimentarias.

*Gloria: "se altera la cadena alimentaria"*

*Cristal: "si no hay no se puede seguir la cadena alimenticia"*



En menor medida mencionan otros aspectos del funcionamiento de los ecosistemas tales como la reproducción, la producción de oxígeno, las relaciones entre los organismos y las enfermedades.

*Pedro: "si matamos más animales ya no podremos deshacernos de plagas como las aves que quitan plagas de las vacas y toros y los desparasitan"*

*Zoraida: "enfermedades, muertes"*

### 3) AFECTA AL SER HUMANO

Los estudiantes que señalan que la pérdida de la biodiversidad afecta al ser humano se refieren a los siguientes aspectos:

-Pérdida de la opción de conocerlos o verlos, tanto en el presente como en el futuro (8.6%).

*Claudia: "que pase a la historia esa ave y que jamás veamos su hermosura"*

*Soffa: "que ya no los podremos ver y luego ni en el zoológico van a estar"*

*Alejandro: "si siguen contaminando el aire nos podemos enfermar y morir y si siguen matando animales solo los vamos a ver en papel"*

*Oscar: "que los animales que estaban en peligro de extinción después ya no los podrán conocer muchas personas"*

*Ricardo: "no volver a verlos"*

*Balvina: "quedarnos sin animales, sin plantas"*

-Amenaza de nuestra supervivencia al afectar nuestras necesidades básicas tales como la alimentación, abrigo y necesidad de oxígeno (6.6%).

*Luis: "nos quita como un poco de vida porque ya no estarán para comerlos o para darnos algo"*

*Leslie: "que no podremos vivir sin ellos"*

-Pérdida de actividades de entretenimiento (visitar, jugar con los seres vivos), de nuestra cultura, del turismo y el control de plagas (1.6%).

*Karina: "ya no podremos jugar con ellos"*

*Randy: "no tener áreas donde visitar y jugar, conocer menos animales, etc"*

*Edgar: "acabar con nuestra cultura como una atracción"*

-Tres estudiantes indican que la extinción de algunos seres vivos peligrosos nos brinda tranquilidad.

### Pregunta 13

Tema:

Cambio climático

Tipo de reactivo:

Opción múltiple

Sobre el concepto de cambio climático los estudiantes mencionan fundamentalmente que se trata de un cambio de clima en la tierra o de un fenómeno que provoca que no haya un ciclo normal de temperatura en nuestro planeta.

TABLA 34. Categorías seleccionadas por los estudiantes para definir el cambio climático

El cambio climático es:	%
No contestaron la pregunta	3.3
Un proceso que provoca el aumento de la temperatura en nuestro planeta	9.2
Un fenómeno que ocurre en invierno, cuando algunos seres vivos como los osos deben hibernar	9.9
Son las temperaturas extremas	12.2
Un fenómeno que provoca que no haya un ciclo normal de temperatura en nuestro planeta	29.0
El cambio de clima en la Tierra	36.3

#### Pregunta 14

Tema: Cambio climático

Tipo de reactivo: Opción múltiple

Sobre las causas del cambio climático mencionan esencialmente a la contaminación atmosférica y a la disminución de la capa atmosférica de ozono en los polos. Sólo la quinta parte señala precisamente el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases en la atmósfera.

TABLA 35. Categorías seleccionadas por los estudiantes para explicar las causas del cambio climático

Las causas del cambio climático son:	%
Otra razón	0.3
No contestaron la pregunta	5.0
Aumento del ozono atmosférico	5.9
La lluvia ácida	7.3
Aumento de la concentración de CO <sub>2</sub> y otros gases en la atmósfera	19.8
Disminución de la capa atmosférica de ozono en los polos	28.7
Aumento de la contaminación atmosférica	33.0

## Capítulo VI

### DISCUSIÓN

En el capítulo anterior se presentaron por separado los resultados obtenidos a partir de las visitas guiadas, las entrevistas y la aplicación del cuestionario, realizados en el Museo de las Ciencias UNIVERSUM de la UNAM a estudiantes de 3er grado de educación secundaria. En este capítulo se discutirán los resultados conjuntos.

#### **6.1 Conceptos básicos relacionados con el tema de biodiversidad**

##### **6.1.1 Clasificación de los seres vivos en cinco reinos**

Es difícil comprender el término biodiversidad y pretender conservarla cuando no se tiene un conocimiento básico sobre la diversidad de los seres vivos que existen. Los biólogos, ante la desbordante variedad de formas de vida, se han propuesto organizarla, de este modo surge la taxonomía, ciencia mediante la cual se clasifican los organismos con base en sus similitudes estructurales, funcionales así como sus relaciones evolutivas. A lo largo de la historia de la ciencia han existido varios sistemas de clasificación, actualmente se acepta el esquema de clasificación de cinco reinos (monera, protista, fungi, plantae y animalia) propuesto por Whittaker en 1969.

Los resultados que arrojan las visitas guiadas, las entrevistas y el cuestionario muestran que son muy pocos los estudiantes que comprenden y pueden aplicar de manera correcta el sistema de clasificación de los cinco reinos. El reducido número de estudiantes que utilizan dicho sistema de clasificación dudan por ejemplo, si los corales son animales o vegetales, duda que parece recordar los antiguos sistemas de clasificación. En cuanto a las bacterias y amibas, suelen clasificarlas como animales; si bien son los organismos más difíciles de clasificar para estos estudiantes. En realidad, tanto los estudiantes que participaron en las visitas guiadas como los encuestados, consideran tan solo dos reinos: el animal y el vegetal. En particular se suele observar una tendencia general a clasificar a los organismos a priori en el reino animal, al parecer el más conocido y cercano.

En cuanto al cuestionario, un dato interesante es que numerosos estudiantes clasifican a los organismos enlistados en la primer pregunta bajo otro tipo de clasificación (a pesar de que en la pregunta se les pedía clasificarlos según el sistema de los cinco reinos): según su hábitat, su tamaño o lo que piensan son nombres científicos (ver resultados pregunta 1 del cuestionario). Generalmente los clasifican según su hábitat, así indican que los corales, estrellas de mar y algas pertenecen al reino marino. Y en el caso de las bacterias y las amibas los jóvenes se mostraron muy creativos hablando del reino bactos, bacterioso, bacterium, amibial, amibiano, entre otros. Si bien la creatividad es algo positivo, en este caso parece mostrar la idea de que la

ciencia tan solo se trata de nombres complicados pero que los sistemas de clasificación no tienen ningún fundamento. Así los resultados muestran una gran brecha entre la cultura científica y las concepciones sobre el sistema de clasificación que tienen estos jóvenes.

### **Síntesis**

En síntesis se puede decir que la mayoría de los estudiantes:

**1-Desconocen en gran medida el sistema de clasificación de los seres vivos en cinco reinos (sus principios, las características generales de los organismos pertenecientes a cada reino)**

**2-Concliben un sistema de clasificación de los seres vivos de dos reinos: el animal y el vegetal (tienden a referirse tan solo a plantas y animales)**

**3-Confunden a los animales con las plantas**

**4-Desconocen el reino monera y protista**

**5-No poseen una concepción científica del término "reino"**

### **Con relación a otros estudios**

Los estudios de las concepciones de los estudiantes sobre aspectos biológicos son escasos, Flores et al. (2003) reportan solo 31 estudios que tratan de aspectos de ecología. De tal suerte si bien la literatura es reducida, la revisión de algunos artículos nos permite realizar algunas constataciones interesantes.

Primero que nada llama la atención el hecho de haber encontrado varias investigaciones educativas que tratan sobre los conocimientos de los estudiantes tan solo sobre vegetales o/y animales (Bell, 1981; Bell y Barker, 1982; Trowbridge y Mintzes, 1988; Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995) y no sobre el conjunto de los seres vivos.

Por otro lado, con respecto a la confusión entre plantas y animales, (en el cuestionario sólo el 10% de los estudiantes clasificaron a las estrellas de mar y los corales como animales) algunos de los estudios revisados hablan de este problema. Por ejemplo Trowbridge y Mintzes (1988) encontraron que estudiantes norteamericanos dudaron si los peces y las mariposas eran animales, y cuando les pidieron mencionar los nombres de 10 animales, la gran mayoría solo mencionó vertebrados y sobretodo mamíferos. Además estos investigadores señalan que estudiantes de diferentes niveles educativos y varios países (Nueva Zelanda, Gran Bretaña, Israel, Unión Soviética y EU) se suscriben a algunas concepciones alternativas sobre los animales y sus subgrupos, tales como: identificar como animales sólo a vertebrados domésticos (gato, perro, pájaro, vaca y caballo), no distinguir a los vertebrados de los invertebrados, identificar a los invertebrados como organismos que poseen cuerpos suaves e identificar a los vertebrados con animales con cabeza y plenas bien definidas.

Bell (1981) y Fernández Manzanal y Casal Jiménez (1995), también encontraron que estudiantes de diferentes niveles educativos, neozelandeses y españoles respectivamente, suelen reducir a los animales en vertebrados y en particular en mamíferos. Agregan que los estudiantes identifican a los seres vivos a partir de características anatómicas visibles, pero muy rara vez hacen alusión a la fisiología de los organismos.

Sobre el desconocimiento de los reinos monera y protista, este parece estar relacionado con la dificultad en la comprensión del concepto de célula entre los jóvenes. Varias investigaciones han mostrado la dificultad en la comprensión y manejo de este tema (Dreyfus y Jungwirth, 1989; Flores et al, 2003; Reachy Valdés, 1999).

### **Conclusión**

Manejar el tema de la clasificación de los seres vivos es muy importante para comprender el concepto de biodiversidad. La educación formal reconoce la importancia de este tema, así un eje temático del plan de estudios de Ciencias Naturales de primaria vigente es el de "Los seres vivos", el cual trata de la variedad de los seres vivos. Si bien se pone especial énfasis en plantas y animales (sus semejanzas y diferencias, los vertebrados e invertebrados) al menos en 5º grado se tratan las características de los organismos unicelulares y pluricelulares, así como la diversidad biológica (representativa del país, extinción de plantas y animales, conservación). Pero el tema de la clasificación de los seres vivos en 5 reinos es directamente abordado en el programa de estudios de Biología de 1º de secundaria. La unidad temática 3 "Los seres vivos en el planeta", trata entre otros temas, el concepto de biodiversidad (tipos de seres vivos, niveles taxonómicos, los cinco reinos) y su importancia en nuestro país. Al respecto, el libro para el maestro de Biología de secundaria indica:

*"El tema de la biodiversidad es relevante dada la atención que se ha puesto en señalar la importancia del patrimonio que representan los seres vivos... Es conveniente enfatizar la relevancia de nuestro país como una de las zonas más ricas del planeta en cuanto a su diversidad de seres vivos. En el tema de la clasificación, los estudiantes deben entender el valor y la importancia de generar categorías. Finalmente, se introducirán los cinco diferentes reinos en los que actualmente se agrupan los organismos. No es deseable un análisis muy profundo, sólo se busca que los alumnos sean capaces de entender el criterio de clasificación y manejen en términos generales el conocimiento de la diversidad biológica".*

Por otro lado, también la educación no formal concede importancia al tema de la clasificación de los seres vivos en cinco reinos. En la sala de biodiversidad del museo UNIVERSUM diversos equipamientos tratan este tema, tales como el panel de entrada a la sala y el diorama.

Sin embargo los resultados de esta y las otras investigaciones mencionadas parecen mostrar que tanto la educación formal como la no formal no han logrado precisamente que los jóvenes comprendan y manejen este sistema de clasificación. Lo anterior se debe sin duda a diversos factores. Uno de los más evidentes es el desequilibrio que existe en lo que se refiere a los seres vivos de los que se trata tanto en la educación formal como en la no formal. Como se mencionó anteriormente, tanto en los planes de estudio como en la sala de Biodiversidad del museo de las ciencias UNIVERSUM, se tratan predominantemente las plantas y los animales. Por otro lado cabe subrayar el hecho de que estos seres vivos nos son más cercanos y familiares además de que se pueden apreciar a simple vista. Así, tanto en la educación formal como en la no formal se debería poner más atención en la promoción de un conocimiento del sistema de clasificación de los cinco reinos que permita la comprensión de la diversidad estructural y funcional de todos los seres vivos y no sólo de vegetales y animales.

### **6.1.2. Concepto de ecosistema**

El concepto de ecosistema se encuentra en el corazón de la teoría ecológica, es difícil que un estudiante comprenda cabalmente una serie de nociones sobre los procesos ecológicos o los problemas ambientales sin tener claro este concepto básico.

Los resultados de esta investigación muestran que los estudiantes examinados tienen dificultad para definir este concepto. En el cuestionario sólo la mitad de los estudiantes indica que un ecosistema está constituido por factores bióticos y abióticos. A pesar de lo anterior, en las visitas guiadas, cuando se pide a los jóvenes identificar los elementos que constituyen un ecosistema con ejemplos, suelen limitarse a mencionar seres vivos. Los resultados del cuestionario confirman las observaciones de las visitas guiadas: cuando se enumera a los estudiantes una serie de factores abióticos, suelen indicar que éstos no constituyen un ecosistema, por el contrario cuando se les enumeran una serie de seres vivos, la gran mayoría indica que éstos sí constituyen un ecosistema.

Si se toma en cuenta el hecho de que se muestra comprensión de un concepto cuando se puede actuar de forma clara y consistente respecto a la distinción entre ejemplos y contraejemplos (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995), se puede decir que la gran mayoría de los alumnos no muestran comprensión del concepto de ecosistema.

#### **Síntesis**

En síntesis se puede decir que la mayoría de los estudiantes manifestaron:

- Desconocimiento del concepto científico de ecosistema.**
- Conceptión de un ecosistema como un conjunto de seres vivos.**

#### **Con relación a otro estudio**

En lo que se refiere a la literatura, es interesante constatar que se encontró un estudio sobre las concepciones de algunos conceptos ecológicos de estudiantes de secundaria de una escuela de Nigeria. En este trabajo Ola Adeniyi (1985) también encontró que pocos alumnos (menos de la mitad) podían definir lo que es un ecosistema. Así mismo constató que muchos jóvenes suelen considerar el concepto de ecosistema como sinónimo de comunidad o población; es decir como un conjunto de factores bióticos.

### **Conclusión**

La importancia de manejar el concepto de ecosistema se reconoce tanto en la educación formal como en la no formal. El concepto de ecosistema aparece en el plan de estudios de primaria desde quinto grado en el eje temático "el ambiente y su protección", en sexto grado se habla de los rasgos de los principales ecosistemas, de factores bióticos y abióticos así como de la interacción del hombre con los ecosistemas en el eje temático "los seres vivos", se trata también la influencia de la tecnología en los ecosistemas en el eje temático "el ambiente y su protección". En el programa del primer curso de educación secundaria se dedica toda una unidad al estudio de las relaciones ecológicas: "Ecología: los seres vivos y su ambiente", en esta unidad se trata el concepto de ecosistema, los procesos ecológicos, así como las consecuencias de la actividad humana en el ambiente. En el libro para el maestro se menciona que *"es conveniente que el concepto de ecosistema sea claro y preciso"*.

En la educación no formal, en particular en el museo UNIVERSUM se aborda este concepto en la sala de biodiversidad, en particular en el equipamiento de la ecoesfera mencionado en el capítulo sobre la metodología de este trabajo.

Las dificultades de los jóvenes en lo que se refiere a identificar los componentes de un ecosistema parecen estar en la aplicación de dicho concepto. La causa de lo anterior puede ser una enseñanza tradicional preocupada más en la memorización y repetición de conceptos que en la verdadera comprensión y aplicación de dichos conceptos.

En cuanto a las consecuencias de esta falta de comprensión creemos que el considerar un ecosistema como un conjunto de factores bióticos afecta la comprensión de las relaciones entre lo vivo y lo no vivo que se manifiestan en estas entidades. El concepto de ecosistema está inserto en la red de conceptos de la ecología y en efecto muestra la inseparabilidad del entorno físico y los factores bióticos.

El pobre manejo de este concepto, relegado a la teoría -en la práctica la gran mayoría de los jóvenes identifican ecosistema con ser vivo, los factores abióticos parecen estar de adorno, solo como un lugar en donde se sitúa lo vivo- favorece una visión de lo vivo como algo aislado, independiente de lo no vivo, sin interacciones. Precisamente en su estudio Ola Adeniyi (1985) encontró, con relación a la idea de ecosistema como un conjunto de seres vivos, que para los estudiantes nigerianos los seres vivos no interactúan con lo no vivo. De tal manera, la

comprensión de un ecosistema tan solo como un conjunto de factores bióticos dificulta la comprensión de algunos procesos biológicos que se llevan a cabo en la interfase vivo/no vivo tal como el ciclo del C, la fotosíntesis, la descomposición, entre otros. Fernández Manzanal y Casal Jiménez (1995) también encontraron que numerosos estudiantes españoles no comprenden las interacciones que se llevan a cabo entre los factores bióticos y abióticos dentro de un ecosistema.

Así, la enseñanza aprendizaje del concepto de ecosistema no debe verse desde la perspectiva de un aspecto teórico a memorizar sino como un concepto elemental a comprender y aplicar. Como se ha venido mencionando, se trata de un concepto fundamental en la comprensión del resto de la teoría ecológica, así como de la importancia y conservación de la vida en nuestro planeta.

A continuación se mostrará que el pobre manejo de los dos conceptos básicos (ecosistema y sistema de clasificación de los cinco reinos) antes discutido se relaciona con algunas dificultades en la comprensión de algunos procesos ecológicos.

## **6.2 Aspectos ecológicos de la biodiversidad**

Todos los componentes de la biosfera están ligados por lazos evolutivos, estructurales y funcionales; cualquier sistema viviente, sea grande o pequeño, influye en otros sistemas vecinos y en el medio ambiente y es influido por ellos.

### **6.2.1 Cadenas alimentarias**

Una vez que se reconocen la diversidad de los seres vivos y los elementos que constituyen un ecosistema, se tienen las bases para poder comprender las relaciones que mantienen estos elementos. Pero como se mencionó en el capítulo 5, una aproximación socioambiental y sistémica al tema de biodiversidad exige considerar no solo a los elementos que constituyen el medio ambiente sino también comprender como es que se relacionan. Los procesos ecológicos son un tema central en la comprensión de la compleja dinámica medioambiental; en particular el estudio de las cadenas alimentarias es un excelente camino para que los estudiantes tomen conciencia tanto de las partes individuales como de las relaciones que éstas mantienen para conformar un ecosistema dinámico (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995).

Los resultados de las visitas guiadas, las entrevistas y el cuestionario muestran algunas dificultades en la comprensión de este tema por parte de los jóvenes. Algunas ideas comunes son que los organismos más grandes y fuertes se alimentan de los más pequeños y débiles, que todos los seres vivos se alimentan de otros seres vivos, que el ser humano es el último eslabón de las cadenas alimentarias y en menor medida que los productores son los seres humanos puesto que son los únicos capaces de producir sus alimentos.



Sobre la importancia de los niveles tróficos, suelen indicar que el nivel trófico más importante son los productores. Sin embargo la mayoría de los jóvenes no pudo explicar ni en la visita guiada, ni en la entrevista, ni en el cuestionario en que consiste que sean productores. En el cuestionario, sólo el 10% de los estudiantes seleccionaron la opción que indica que los productores son capaces de producir materia orgánica a partir de materia inorgánica; mientras la mayoría identificó a los productores como organismos en la base de la cadena alimentaria (es importante subrayar que dentro de estas opciones de respuesta del cuestionario se presentaba a los jóvenes la opción de escribir su propia respuesta).

Los resultados anteriores se relacionan con la extendida idea que manifestaron los jóvenes tanto en las visitas guiadas como en las entrevistas, de que las plantas se alimentan, ya sea de agua, sol, tierra y aire, de nutrimentos del suelo, o de microorganismos. Estos resultados se ratificaron en las opciones elegidas por los estudiantes en la pregunta relacionada con este tema del cuestionario.

Sobre el tema de la descomposición, es un proceso que la gran mayoría de los estudiantes no consideraron ni en la visita guiada, ni en la entrevista, ni en la pregunta abierta del cuestionario. En realidad suelen referirse únicamente a plantas y animales cuando se refieren a una cadena alimentaria. En la pregunta cinco del cuestionario por ejemplo (dónde se pide a los estudiantes esquematizar una cadena alimentaria que tenga lugar en un lago y que incluya a animales, plantas, hongos y bacterias), los estudiantes esquematizaron fundamentalmente factores bióticos (poco más del 70%) y sobre todo animales (89%) y plantas (73%). Entre los animales esquematizados se distinguen esencialmente vertebrados: fundamentalmente peces (60%), mamíferos (30%) y aves (11%), los invertebrados son poco mencionados (16%). En cuanto a los mamíferos, se suele citar a animales domésticos (perro, gato, ratón, vaca, conejo, caballo, cerdo) y animales "populares" (ballena, delfín, oso, foca, tigre, elefante); aproximadamente una décima parte de los encuestados (11%) incluyó al ser humano.

En otra pregunta del cuestionario, la mitad de los jóvenes tachan la opción que indica que los organismos muertos sirven de alimento a otros seres vivos (generalmente señalan a los gusanos); otros tachan la opción que describe a la descomposición más bien como un fenómeno físico-temporal en el cual los organismos muertos se deshacen, se desintegran puesto que se desbaratan con el tiempo. Menos del siete por ciento de los estudiantes tacha la opción que se refiere al proceso de descomposición por microorganismos.

Tanto en las visitas guiadas como en las entrevistas y el cuestionario se encontró que, en lo que se refiere a las cadenas alimentarias, los estudiantes hacen fundamentalmente referencia a un proceso: el consumo. Por ejemplo en la pregunta cinco del cuestionario la mayoría de los jóvenes esquematizó cadenas tróficas lineales, donde intervienen en promedio 4 organismos (fundamentalmente plantas y animales), como una serie de consumos sucesivos.

Sólo el 7 por ciento de los estudiantes hizo referencia a la producción y 2 por ciento a la descomposición.

En cuanto al lugar donde se lleva a cabo la cadena alimentaria, tanto en la visita guiada como en la entrevista y el cuestionario, los jóvenes tenían dificultad para referirse a una cadena alimentaria que tuviera lugar en un lago. En el cuestionario por ejemplo sólo el 57% de los jóvenes se refirieron a cadenas acuáticas.

### **Síntesis**

En síntesis se puede decir que gran parte de los estudiantes manifestaron las siguientes ideas:

**-Las cadenas alimentarias son lineales y poseen las siguientes características:**

**-Los organismos más grandes y fuertes se alimentan de los más pequeños y débiles**

**-Todos los seres vivos se alimentan de otros seres vivos**

**-El ser humano suele ser el último eslabón de la cadena**

**-El ser humano puede ser considerado como productor puesto que produce sus alimentos**

**-El consumo es el único proceso que se lleva a cabo en las cadenas alimentarias**

**-Gran desconocimiento de los procesos de producción y descomposición**

**-Los vegetales se alimentan**

**-A los organismos muertos se los comen los gusanos**

**-No existe relación entre los factores bióticos y abióticos**

### **Con relación a otros estudios**

De todos los temas tratados en la presente investigación, es en el de cadenas alimentarias en el cual se encontraron más investigaciones similares. Como se verá a continuación, algunos de los resultados que arrojaron coinciden con los nuestros.

En cuanto a la dinámica de las cadenas tróficas, Fernández Manzanal y Casal Jiménez (1995) también encontraron que estudiantes españoles de diferentes niveles educativos tienen dificultad para comprender los procesos de producción y descomposición, lo que se relaciona con nuestro hallazgo en cuanto a que los jóvenes suelen reducir las relaciones tróficas a líneas de consumo. La poca importancia que se asigna a los vegetales en el mantenimiento de la vida confirma los resultados de otros estudios (Ward y Wandersee, 2002; Barker y Carr, 1989) que señalan la falta de identificación de los vegetales con su función como organismos autótrofos, productores de la materia orgánica de los ecosistemas.

En realidad, en lo que se refiere a la producción primaria, numerosos estudios (Bell, 1981; Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995; Ola Adeniyi, 1985; Ward y Wandersee, 2002) han revelado la idea que tienen los estudiantes de que las plantas se alimentan: las

plantas absorben su alimento de la tierra, beben agua, respiran CO<sub>2</sub> y producen O<sub>2</sub> (Barker y Carr, 1989). Por ejemplo Ola Adeniyi encontró que algunos estudiantes nigerianos se refieren a los animales pequeños tales como mariposas, como productores puesto que sirven de alimento a animales más grandes. Esto por supuesto se asocia con un desconocimiento del proceso de fotosíntesis también manifestado en las investigaciones citadas. Al respecto Campbell-Bradley et al. (1999) señalan que son muy pocos los estudiantes que pueden explicar qué son los autótrofos. Otro resultado interesante es el que revelan Smith y Anderson (1984) pues indican que para algunos estudiantes las plantas no requieren luz para crecer, la luz sería tan solo algo que las hace más saludables como las vitaminas.

Otros investigadores (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995; Ola Adeniyi, 1985) también coinciden en que los estudiantes consideran las cadenas tróficas como una asociación de seres cuyo fin está marcado por los individuos más fuertes, más poderosos, depredadores de todos los demás. En esta concepción el principio de la cadena puede ser iniciado por cualquier individuo más pequeño que los posteriores (como en nuestro caso los ejemplos de cadenas en lagos: tiburón—pez grande—pez más pequeño señalados por los estudiantes tanto en las entrevistas como en una pregunta abierta del cuestionario).

En cuanto al pobre conocimiento de cadenas alimentarias acuáticas manifestado por los estudiantes creemos que se relaciona con una dificultad para identificar organismos acuáticos. Esto coincide con el hallazgo de Ola Adeniyi (1985) con estudiantes nigerianos, quienes suelen opinar que las plantas no viven en el agua, de igual manera Trowbridge y Mintzes (1988) encontraron que los estudiantes tienen dificultad para identificar animales acuáticos, los cuales suelen simplemente señalar como "peces".

Otro resultado interesante es que los estudiantes suelen identificar al eslabón de la cadena con un individuo (y no con una población). Por tanto los alumnos expresan la idea de catastrofismo asociado a la depredación, en nuestro caso algunos estudiantes señalan que después de morir los organismos se extinguen.

### **Conclusión**

Las cadenas alimentarias representan un tema importante en la educación. En el ámbito de la educación formal, el tema de las cadenas alimentarias forma parte de los temas que se enseñan en miras de fomentar la comprensión de los procesos ecológicos por parte de los estudiantes. En el plan de estudios de primaria el tema de las cadenas tróficas es recurrente (ver anexo), se aborda desde segundo grado de primaria en el tema "Los seres vivos" con la unidad sobre las fuentes de alimentación de los seres vivos, posteriormente se trata en tercer y cuarto grado. Además se incluye la noción de fotosíntesis, concepto sin el cual no es posible comprender cabalmente las cadenas alimentarias, en segundo, tercer y quinto grado. En la educación secundaria, en el primer grado, se retoma el tema de las cadenas alimentarias y la transferencia

de energía así como el principio de fotosíntesis; en segundo grado se trata la nutrición tanto en animales como en vegetales. En el libro para el maestro se señala:

*“Las cadenas alimentarias representan un concepto central de la ecología y son relativamente sencillas de entender si se analiza el problema en términos de energía. Se debe recordar que ésta fluye a lo largo de una cadena desde los organismos productores hasta los desintegrados. Debe enfatizarse la capacidad autotrófica de las plantas. El concepto de fotosíntesis debe ser tratado de manera general. Es necesario que los estudiantes entiendan el principio más que el mecanismo detallado del funcionamiento”.*

En el ámbito no formal, en particular en el caso del museo UNIVERSUM, el tema de las cadenas alimentarias se aborda en la ecoesfera situada en la sala de Biodiversidad.

De tal manera, parece que tanto la enseñanza en el marco formal como en el no formal no han logrado que los estudiantes comprendan el tema de las cadenas alimentarias en los aspectos antes mencionados.

Si bien el objetivo de este trabajo no es investigar las causas de esta situación, se pueden avanzar algunos comentarios.

En cuanto al objeto de estudio, el tema de cadenas alimentarias es complejo, esencialmente la noción de fotosíntesis, como transformación bioquímica abstracta, representa un concepto difícil de comprender. Es más fácil comprender lo visible, como que la alimentación de los carnívoros y herbívoros; en general pudimos constatar que los estudiantes reducen las cadenas alimentarias a cadenas de consumo.

En cuanto a los estudiantes, la situación de reducir las cadenas tróficas a redes de consumo donde los más fuertes se alimentan de los más pequeños y débiles, con el ser humano en la cumbre; se puede explicar por una visión antropocéntrica (es decir que se considera al ser humano como el centro del universo en torno al cual se explican los fenómenos) como sucede con las explicaciones que los jóvenes suelen dar a gran variedad de fenómenos de la naturaleza por ejemplo la evolución (Sánchez Mora, 2000). Por otro lado, también pareciera que las dificultades que manifiestan los estudiantes en la comprensión y aplicación del sistema de clasificación así como del concepto de ecosistema se reflejan en el manejo de este importante proceso ecológico. En particular el desconocimiento de los microorganismos sin duda se relaciona con la incompreensión del proceso de descomposición.

Por supuesto lo anterior no puede desligarse de los agentes de enseñanza, desde los planes de estudio, los materiales utilizados en la transmisión de tales contenidos y las concepciones de los maestros. Sería muy interesante analizar por ejemplo los equipamientos y actividades de los centros de educación no formal.

Las dificultades que manifiestan los estudiantes en el manejo del tema de las cadenas alimentarias representan una barrera para continuar el aprendizaje de los procesos ecológicos que impide adentrarse en la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas. Por ejemplo

Griffiths y Grant (1985) revelan que los estudiantes tienen dificultad para comprender las redes alimentarias por no dominar el tema de las cadenas tróficas; así mismo, Barker y Carr (1989) opinan que los sofisticados modelos de fotosíntesis que se presentan más adelante en la escuela no serán comprensibles si no se basan en una comprensión básica del fenómeno. En este caso se encontró, como se verá a continuación, que el pobre manejo del concepto de cadenas tróficas se relaciona con dificultades en la comprensión del proceso de ciclo del carbono.

Pero sobretodo, la visión restringida de las relaciones tróficas que manifiestan los estudiantes es preocupante si se considera que la comprensión de estas relaciones representa un elemento fundamental del conocimiento de la naturaleza y por tanto de nuestra relación con ella.

### **6.2.2 Ciclo del carbono**

En la comprensión de los procesos ecológicos relacionados con la biodiversidad, los ciclos biogeoquímicos constituyen un aspecto fundamental puesto que todas las funciones de los seres vivos comienzan con materias primas y todas las materias primas provienen en última instancia del medio físico terrestre. La materia viva se halla intercalada en los ciclos ambientales y al circular los componentes de la Tierra, algunos de ellos se convierten en materias primas del metabolismo de los seres vivos (Welsz, 1985).

Los estudiantes manifestaron tanto en las visitas guiadas como en las entrevistas y por medio de las opciones seleccionadas en el cuestionario, desconocimiento del tema del ciclo del carbono. Confunden el gas necesario para realizar la fotosíntesis (en el cuestionario el 53 por ciento de los estudiantes selecciona la opción del  $\text{CO}_2$  y 34 por ciento la del  $\text{O}_2$ ) así como la molécula sintetizada gracias a este proceso (en el cuestionario 67 por ciento de los jóvenes señal la opción de la glucosa, 18 por ciento la de la fructosa y 11 por ciento la del glucógeno). En lo que se refiere al paso del carbono de plantas a animales también presentan confusión (en el cuestionario el 52 por ciento de los jóvenes tacha la opción que indica que éste se realiza gracias a la respiración de los animales y el 47 por ciento si menciona la alimentación). En cuanto a la reincorporación del carbono a la atmósfera, suelen señalar que el carbono regresa a ésta gracias al proceso de fotosíntesis; sólo poco más de la tercera parte de los jóvenes encuestados tacha la opción de la respiración de plantas y animales como proceso de retorno del carbono a la atmósfera. Así mismo hay confusión sobre la forma en la cual regresa el carbono a la atmósfera (en el cuestionario sólo poco más de la mitad de los estudiantes selecciona la opción que indica que el carbono regresa a la atmósfera en forma de  $\text{CO}_2$ , el 34 por ciento opina que regresa en forma de hidróxido).

### **Síntesis**

En síntesis se puede decir que la mayoría de los estudiantes:

**-Desconocen el ciclo del carbono**

**-Confusión del proceso que permite el paso del carbono sintetizado por las plantas a los animales**

**-Confusión sobre el proceso que permite el paso del carbono de los animales y plantas a la atmósfera**

**-Confusión sobre la forma química e la cual regresa el carbono a la atmósfera –**

**-Presenta confusión sobre el proceso de fotosíntesis**

**-Confusión sobre el gas necesario para la realización de la fotosíntesis y sobre la molécula orgánica resultante de dicho proceso**

**Con relación a otros estudios**

Ola Adeniyi (1985) también encontró que muy pocos estudiantes nigerianos señalan que las plantas utilizan CO<sub>2</sub> para realizar la fotosíntesis; además que son muy pocos los jóvenes que conocen las fuentes de CO<sub>2</sub> atmosférico (descomposición, respiración o quema).

El poco conocimiento sobre el ciclo del carbono de los jóvenes se relaciona con el desconocimiento o ideas erróneas sobre temas relacionados, señalados en las secciones anteriores. Es el caso del pobre conocimiento sobre el proceso de fotosíntesis mencionado anteriormente y de la idea errónea de que un ecosistema es un conjunto de seres vivos, donde por supuesto no hay relación entre los factores bióticos y abióticos. De acuerdo con esto, Manzanal y Jiménez (1995) declaran que para algunos estudiantes españoles las sustancias o componentes del entorno (agua, luz, etc) no son consideradas con carácter limitante, ni tampoco perturbadas o modificadas por influencia de los factores bióticos, incluida la especie humana. Generalmente estiman que ciertas sustancias (agua, luz) son imprescindibles para la vida, sin embargo no se relaciona su importancia con la intervención de dichos componentes en la formación de estructuras de los seres vivos. Por otro lado, varios estudios han revelado que existe desconocimiento sobre la composición de la atmósfera (Nuñez y Banet, 1996; Ola Adeniyi, 1985; Reachy Valdés, 1999).

**Conclusiones**

Es fundamental que las personas comprendamos la relación entre el ambiente y los seres vivos. El medio es la fuente original de todas las materias primas y también determina las condiciones físicas y químicas en que cada uno de los procesos biológicos se realiza. Pero el ambiente cambia continuamente a todas escalas, desde la submicroscópica hasta la global. El mundo físico está sujeto incesantemente a diversas fuerzas astrofísicas, meteorológicas, geológicas y geoquímicas que, tarde o temprano, alteran a todo componente de la Tierra, muy rápidamente

en algunos casos y con bastante lentitud en otros. Por formar parte de la sustancia de la Tierra, la materia viva está sujeta a estas fuerzas y en consecuencia experimenta incesantes cambios; a su vez la materia viva modifica al ambiente (Weisz, 1985). La comprensión de esta relación vivo-no vivo es clave en la comprensión de la naturaleza, de los problemas ambientales y en consecuencia de nuestro papel frente a la realidad ambiental actual.

Como es el caso en los temas anteriores, el tema de los ciclos biogeoquímicos y en particular el del ciclo del carbono, forma parte del plan de estudios de la educación primaria (en sexto grado) y secundaria (en primer grado). El libro para el maestro de Ciencias Naturales de secundaria señala:

*"La unidad temática cuatro –de primer grado- "Ecología: los seres vivos y su ambiente", introduce al estudio de las relaciones ecológicas. Se presentan los ciclos ecológicos más importantes y posteriormente se analizan los procesos ecosistémicos".*

De los temas investigados, el del ciclo del carbono fue en el que los jóvenes presentaron mayor dificultad, tanto en los cuestionarios como en las entrevistas y visitas guiadas. Las razones de esta situación son sin duda múltiples. Una de ellas es que se trata de un tema complejo que implica la comprensión de numerosos conceptos previos tales como el de fotosíntesis, interacción entre factores bióticos y abióticos, cadenas alimentarias, composición de la atmósfera, entre otros; que como se ha declarado, los estudiantes generalmente no poseen.

El desconocimiento del ciclo del carbono por parte de los jóvenes representa sin duda una limitante para acceder a una visión más real y completa de la naturaleza. No es posible comprender la profundidad del impacto que tienen las actividades humanas en nuestro entorno si no tenemos una idea general de la dinámica de los ecosistemas.

## **6.3 Aspectos sociales de la biodiversidad**

### **6.3.1 Dependencia de las sociedades humanas de la naturaleza**

Además del conocimiento científico, la reflexión y capacidad crítica fundada en el análisis de la relación sociedad-naturaleza son pilares para cimentar una participación ciudadana a favor de una mejor relación entre la sociedad y la naturaleza. La toma de conciencia de las influencias recíprocas entre la ciencia y la sociedad, la adquisición de conocimientos sobre estas relaciones, así como el desarrollo de valores y habilidades con relación a la toma de decisiones en cuanto a la utilización de la ciencia y la tecnología frente a una determinada sociedad y medio ambiente constituyen aspectos esenciales en la EA (Sauvé, 1997).

Un aspecto fundamental en la relación entre la sociedad y la naturaleza, es la concepción que tenemos sobre nuestra dependencia de la naturaleza. Los resultados de este trabajo muestran que los estudiantes poseen una visión de la naturaleza como lo que Sauvé y

Garnier (2000) definen como provisoras de "recursos". Tanto en las visitas guiadas como en las entrevistas y el cuestionario los estudiantes mencionan que dependemos de la naturaleza para obtener recursos para sobrevivir tales como los alimentos y el agua. En una pregunta abierta del cuestionario, entre los elementos que mencionan los jóvenes se encuentran fundamentalmente plantas, animales y una serie de términos que hacen referencia al agua, aire y suelo (ver el capítulo de resultados). En lo que se refiere a los beneficios que obtendríamos de dichos elementos los jóvenes mencionan fundamentalmente la supervivencia y en particular la alimentación y respiración.

### **Síntesis**

En resumen se puede decir que los jóvenes:

**-Poseen una visión de la naturaleza como proveedora de recursos**

**-Dependemos de la naturaleza para la provisión de elementos como agua, aire, y derivados de actividades primarias como los alimentos**

**-Opinan que la naturaleza nos permite realizar las funciones vitales**

### **Con relación a otros estudios**

A cerca de las representaciones que tienen las personas sobre la relación entre sociedad y naturaleza, se consultó la investigación de Corral Verdugo y Armendáriz (2000), en su opinión este tema es interesante dado que la interacción entre el ser humano y el medio ambiente depende de la cultura y México mantiene una gran diversidad cultural. En su investigación encontraron que los mexicanos entrevistados no ven un conflicto entre una relación respetuosa del medio ambiente y que también pretenda la obtención de recursos y beneficios; es decir una visión de desarrollo sustentable.

En nuestro caso se puede decir que los jóvenes encuestados conciben la naturaleza como una fuente de provisión de nuestras necesidades elementales (oxígeno para respirar, agua y alimentos). Barraza y Pineda (2003) también encontraron que gran parte de los jóvenes que participaron en su investigación (de dos comunidades esencialmente forestales de Michoacán) reconocen el oxígeno como el único beneficio de los bosques. Prácticamente no se considera nuestra necesidad de la naturaleza en lo que se refiere a la materia que sustenta la industria y que nos brinda casa, abrigo, ropa, transporte, energéticos, medicamentos y todos los objetos y comodidades de la vida contemporánea.

### **Conclusiones**

Identificar los aspectos en los cuales las sociedades dependemos de la naturaleza es fundamental para ubicar el papel que los seres humanos desempeñamos frente al medio ambiente. El poder situarse frente a la naturaleza es el paso inicial para reflexionar y analizar el



impacto que tiene nuestra sociedad en el medio ambiente.

La educación formal y no formal reconocen la importancia de que los jóvenes tengan un conocimiento general sobre la relación entre la sociedad y el medio ambiente. Esto se manifiesta en el plan de estudios de educación primaria en los ejes temáticos: "El ambiente y su protección" y "Ciencia, tecnología y sociedad". Desde primer grado se abordan temas como la importancia del agua para la vida, la transformación de la naturaleza por el hombre (con la secuencia en la elaboración de algunos productos familiares al niño), las necesidades básicas (vivienda, alimentación, descanso y vestido) y los servicios de la casa (agua, luz, drenaje). En años posteriores se tratan temas tales como fuentes naturales y artificiales de luz y calor, alimentos procesados, relación de los recursos naturales con productos utilizados en el hogar y la comunidad, recursos mineros y petrolíferos, las materias primas y su transformación, noción de electricidad, entre otros.

En cuanto a la educación secundaria, el plan de estudios de primer grado también considera la relación sociedad naturaleza al tratar temas tales como: biología y sociedad: la relación de la biología con las otras ciencias, conservación ambiental e importancia de la biodiversidad.

En lo que se refiere a la educación no formal, en el caso particular del museo UNIVERSUM, tanto la sala de "Biodiversidad" como la sala de "Una balsa en el tiempo", "Infraestructura" y "Conciencia" abordan la relación entre ciencia y sociedad en el marco de una mejor relación entre sociedad y medio ambiente.

A pesar de estos esfuerzos, los jóvenes parecen presentar una visión de la naturaleza como fuente de recursos. Si bien este es un aspecto de nuestra relación con la naturaleza, esta visión está estrechamente relacionada precisamente con la explotación de los recursos y el deterioro ambiental. Una visión que además reconozca los servicios ecosistémicos así como los beneficios estéticos y espirituales que nos otorga la naturaleza sería deseable para favorecer una mejor relación entre las personas, las sociedades y el medio ambiente (Barraza y Pineda, 2003).

### **6.3.2 Problemas ambientales**

En la actualidad es muy común escuchar hablar de los problemas ambientales, los medios masivos de comunicación los tratan continuamente; vivimos el programa gubernamental "hoy no circula", los taxis "ecológicos", la suspensión de clases por el fenómeno de inversión térmica, entre otros. Sin embargo no se suele explicar exactamente en que radican estos problemas. Está claro que si pretendemos remediar esta situación es esencial que las personas comprendan estos problemas para así poder tomar una posición, opinar y participar.

Para los jóvenes los principales problemas ambientales, mencionados tanto en las visitas guiadas como en las entrevistas y el cuestionario, son la contaminación, la basura y la

deforestación. Los estudiantes no suelen mencionar la pérdida de la biodiversidad como problema ambiental, pero relacionado con esto en algunas ocasiones mencionan la cacería y la extinción.

Sobre las causas de los problemas ambientales, en una pregunta abierta del cuestionario algunos estudiantes hicieron referencia a: en lo que se refiere a la contaminación, mencionaron esencialmente las sustancias químicas y el humo, este último proveniente de autos, quema e industria; como lugares contaminados mencionaron esencialmente el aire y el agua. En cuanto al problema de la basura, indicaron que este problema es causado porque la tiramos. El problema de la deforestación se adjudicó fundamentalmente a la tala y a los incendios.

Sobre el problema de la pérdida de biodiversidad, en las entrevistas se preguntó a los jóvenes sobre sus causas y consecuencias. Las causas mencionadas por los estudiantes fueron fundamentalmente la cacería, la contaminación y el comercio. Cuando se les preguntó en el cuestionario sobre las causas y consecuencias de que varios seres vivos se encuentren en peligro de extinción también mencionaron fundamentalmente la cacería. Menos de la quinta parte de los jóvenes hicieron referencia a los organismos en peligro de extinción o a las partes del organismo que son objeto de comercio. En cuanto a los organismos mencionados se refieren esencialmente a animales y sobretodo a los mamíferos; sobre las partes del organismo mencionadas: piel, carne, marfil, huevos, cabeza, colmillos y cuernos, se trata esencialmente de partes del cuerpo de un vertebrado. Estos organismos se utilizarían fundamentalmente para alimentación, vestido, colección, zoológico y como mascotas. Por otro lado, casi la tercera parte de los encuestados se refirieron a algunas actitudes y valores relacionados con la amenaza hacia la biodiversidad, mencionaron la diversión, el gusto (en asociación con la caza deportiva), la destrucción, el maltrato, la explotación sin control, el descuido, la falta de valoración de los seres vivos, la ambición económica (por ejemplo codicia, lujo, extravagancia), la inconsciencia, la irracionalidad, la ignorancia, el afán de conocimiento y el miedo (por el peligro que representan ciertos seres vivos). En la opinión de muchos estudiantes, de continuar esta tendencia muchos seres vivos se extinguirán y tanto los seres humanos como el medio ambiente se verán afectados.

Sobre el cambio climático, la mayoría de los estudiantes entrevistados opina que se trata de un fenómeno que provoca que no haya un ciclo normal de temperatura en nuestro planeta o que es un cambio del clima en la Tierra. Sobre las causas del cambio climático los estudiantes opinan que se debe a la contaminación atmosférica a la disminución de la capa atmosférica de ozono. Las opciones seleccionadas por la mayoría de los estudiantes en el cuestionario ratifican los resultados de las entrevistas. En el cuestionario sólo la quinta parte de los estudiantes elige la opción que declara que el problema del cambio climático se debe al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> y otros gases en la atmósfera.

## **Síntesis**

En resumen se puede decir que para la mayoría de los jóvenes:

- El principal problema ambiental es la contaminación, en segundo lugar la basura y en tercero la deforestación
- La causa fundamental de la contaminación es el humo de los autos y en menor medida el humo y otras sustancias químicas de la quema y la industria
- La contaminación afecta fundamentalmente al aire y al agua
- La causa fundamental del problema de la basura es que la tiramos
- La causa fundamental del problema de deforestación es la tala
- La causa del problema de la pérdida de biodiversidad es esencialmente la cacería, en segundo lugar la contaminación y en tercero el comercio
- El cambio climático es un cambio en el clima de nuestro planeta causado por la contaminación atmosférica o la disminución de la capa de ozono en los polos

Y máximo la tercera parte de los estudiantes señala que:

- Los principales organismos en peligro de extinción son los mamíferos, puesto que los utilizamos fundamentalmente para alimentarnos y vestirnos
- Los seres humanos manifestamos numerosas actitudes y valores que amenazan la biodiversidad
- Muchos seres vivos se pueden extinguir, lo que afectaría al medio ambiente y a nosotros mismos.

## **Con relación a otros estudios**

Con respecto a otros estudios que han investigado las representaciones de los estudiantes sobre los problemas ambientales se consultó el trabajo de Kuhlemeier et al. (1999). Nuestros resultados coinciden con los de estos investigadores en cuanto a que los jóvenes manifiestan un conocimiento fragmentado. Estos investigadores exploraron el conocimiento sobre algunos temas relacionados con problemas ambientales tales como uso de la energía, contaminación (suelo, aire, agua), reciclaje, actividades de agricultura, turismo, transporte y recreación, de una muestra de 9,000 estudiantes pertenecientes a 206 escuelas holandesas. Un dato sorprendente es que la quinta parte de los estudiantes encuestados generalmente tira la basura en la calle cuando sale.

Un resultado interesante del presente trabajo es que la contaminación sea considerada como el problema ambiental más importante, este resultado coincide con los resultados obtenidos por Barraza (2001) con estudiantes tanto mexicanos como ingleses. En nuestro caso estaríamos tentados a explicar este resultado puesto que se trata de jóvenes que habitan la

ZMVM (Zona Metropolitana del Valle de México), sin embargo los niños mexicanos con los cuales trabajó Barraza son de Morelia, Michoacán, una ciudad pequeña. De tal manera parecería que la preocupación de los jóvenes se relaciona más con la información proporcionada por los medios de comunicación que con su contexto. Otro aspecto que apoya esta idea es que los niños mexicanos encuestados por Barraza señalaron como el segundo problema ambiental más importante la lluvia ácida, cuando este no es un problema ambiental local de México. Así estos trabajos ponen de manifiesto que los medios de comunicación y los programas gubernamentales han sido exitosos en el sentido de hacer conciencia sobre los problemas ambientales. Por otro lado, la causa de la contaminación que los jóvenes suelen mencionar: el humo de los autos, denota un conocimiento limitado de esta situación ambiental.

Del mismo modo, las causas del problema de la basura y la deforestación mencionadas por los estudiantes denotan una visión simplista. En el caso de la basura los jóvenes indican que la causa de este problema es que la tiramos, resultado también encontrado por Barraza (2001) y probablemente relacionado con las campañas gubernamentales de "ponga la basura en su lugar". Los estudiantes no mencionan por ejemplo nuestro modo de vida, hábitos de consumo o problemas de reciclaje. En cuanto a la deforestación mencionan como su causa la tala, resultado también encontrado por Barraza y Pineda (2003), pero sus explicaciones no llegan más lejos, no mencionan por ejemplo la creciente urbanización una vez más ligada a nuestro modo de vida y a la creciente población humana. El mismo tipo de respuesta es proporcionada por los estudiantes con respecto al problema de la pérdida de biodiversidad: señalan como su principal causa la cacería y en segundo lugar la contaminación y el comercio (que por supuesto se relaciona con la cacería).

Con respecto a esta visión demasiado simplificada de las causas de los problemas ambientales se puede decir que denota una falta de conocimiento de las actividades secundarias, de la industria que se ocupa de la transformación de la materia prima proveniente de la naturaleza para la producción de objetos característicos de las sociedades contemporáneas. Esto se relaciona con los resultados de la sección anterior donde se destacó la idea de los estudiantes que la naturaleza nos permite respirar y alimentarnos pero pareciera no tener nada que ver con las casas, carreteras, medios de transporte, en fin todos los bienes y servicios que ocupan nuestra vida cotidiana.

Por otro lado un resultado muy interesante, si bien sólo es manifestado por aproximadamente la tercera parte de los estudiantes (ver la sección de resultados), es que relacionaron el problema ambiental de la pérdida de la biodiversidad con actitudes y valores que manifestamos los seres humanos frente a la naturaleza. También mencionaron que esta situación afectaría tanto a los ecosistemas como a los propios seres humanos. Estos resultados demuestran una "conciencia ambiental" por parte de los estudiantes, la cual representa una base a partir de la cual se puede promover una reflexión y análisis sobre los aspectos ambientales.

## **Conclusiones**

Los resultados de este estudio así como los obtenidos por Barraza (1999, 2001), Barraza y Ceja Adame (2003), Barraza y Pineda (2003) y Kuhlemeier et al. (1999) muestran que los jóvenes de diferentes países muestran preocupación por el medio ambiente, sin embargo su comprensión de tales problemas es fragmentada y superficial. Comprender la relación que existe entre la sociedad y la naturaleza es fundamental para tomar conciencia de las consecuencias de nuestros actos sobre el medio ambiente. Es importante que los estudiantes sepan las consecuencias de las decisiones que toman como consumidores, residentes, productores de desechos, viajeros, en fin como habitantes de este planeta. La concientización sobre los problemas ambientales debe estar respaldada por un conocimiento sólido sobre la explicación de éstos, sus causas y consecuencias. La EA pretende formar personas con conocimientos y conciencia y no solo seres angustiados e indiferentes ante problemas que parecieran no tener solución. La preocupación que manifiestan los jóvenes sobre las cuestiones ambientales es sin embargo una oportunidad para implementar programas educativos que les permitan enriquecer sus concepciones sobre estos temas, que les interesan.

### **6.3 Otras consideraciones**

-Es importante resaltar que los resultados de este trabajo se refieren únicamente a la muestra en cuestión.

-La combinación de técnicas: visitas guiadas, entrevistas y cuestionario brinda solidez a los resultados obtenidos. La convergencia de los resultados apunta a la confiabilidad de los resultados obtenidos.

-Los resultados de esta investigación constituyen un estudio de visitantes importante para el diseño de exhibiciones sobre Biodiversidad en el museo de las ciencias UNIVERSUM de la UNAM. Como lo menciona Novo (1995) pedagógicamente, un planteamiento que no tome en cuenta las concepciones de las personas es un planteamiento incompleto. La construcción de conocimiento, para ser efectiva, debe apoyarse ineludiblemente en aquello que los sujetos piensan respecto del tema a desarrollar, tanto si ese pensamiento contiene ideas acertadas como si alberga errores conceptuales desde el punto de vista científico.

## Capítulo VII

### CONCLUSIONES

La caracterización de las concepciones de una muestra de estudiantes de tercer grado de educación secundaria que visitaron el Museo de las Ciencias UNIVERSUM, sobre algunos conceptos (ecológicos y del vínculo sociedad naturaleza) relacionados con el tema de biodiversidad, objeto de la presente investigación, permite realizar algunas conclusiones.

Para comenzar, los resultados de la presente investigación muestran que las concepciones de la mayor parte de los estudiantes en cuestión, sobre los conceptos de ecosistema, sistema de clasificación en cinco reinos, cadenas tróficas, ciclo del carbono, dependencia de la sociedad de la naturaleza y problemas ambientales, son imprecisas y/o erróneas y demuestran una visión estrecha y superficial de algunos aspectos del medio ambiente.

Un aspecto importante son las causas de las dificultades que presentan los estudiantes, éstas se pueden analizar en el marco de la situación educativa (presentada en el capítulo seis). Si se considera que la situación educativa consiste en un conjunto de componentes interrelacionados sujeto-objeto-agente en un medio dado, se puede decir que tanto los componentes como sus relaciones no son los adecuados para lograr que los estudiantes posean los conceptos adecuados, desde el punto de vista científico, de los temas en cuestión. Las dificultades presentadas por los estudiantes se deben a relaciones de aprendizaje, de enseñanza y didácticas ineficientes; así mismo puede suponerse que el sujeto, el objeto y el agente, no son los óptimos para que los estudiantes aprendan sobre estos temas. En la discusión de este trabajo se mencionan algunas de las causas posibles del pobre manejo de algunos conceptos científicos por parte de los estudiantes para cada tema y si bien son necesarias más investigaciones en este sentido en resumen proponemos como posibles causas las siguientes:

-En cuanto al sujeto:

Los estudiantes no poseen las nociones previas fundamentales para acceder a nuevos conceptos más complejos.

-En cuanto al agente:

Ni la educación formal ni la no formal parecen haber logrado conformar una comprensión de los temas ambientales investigados por parte de los jóvenes. En el caso particular de la educación no formal, y en particular del museo de las ciencias UNIVERSUM, se constató que algunos equipamientos y actividades museísticas no transmiten ciertos conceptos. Por ejemplo la sala de Biodiversidad trata esencialmente sobre animales, relegando los organismos del resto de los reinos.

En el caso de la educación formal Barraza y Walford (2002) realizan un análisis interesante. Indican que si bien México posee una política nacional que apoya la educación en

el ámbito ambiental, lo que se traduce en un currículo con un contenido potencialmente rico ambientalmente, y en escuelas y maestros en general conscientes de la importancia de promover una mejor relación persona-sociedad-medio ambiente; las estrategias pedagógicas no suelen ser las más adecuadas. Agregan que en general la enseñanza es unidireccional, desde un profesor "conocedor" que está "arriba" y "abajo" un alumno que no sabe nada (como un vaso vacío), sin reconocer en el estudiante su participación en la construcción de saberes. La estrategia didáctica suele reducirse a la lectura del libro de texto y a la memorización de conceptos, cuando la enseñanza debería enfatizar el cuestionamiento y los métodos de investigación, incluyendo la experiencia directa (trabajo de campo).

-En cuanto al objeto:

Los conceptos ecológicos son complejos y su enseñanza requiere que la información proporcionada se adecue a las concepciones de los jóvenes.

En cuanto a las consecuencias del pobre manejo de estos conceptos por parte de los estudiantes, se puede decir lo siguiente:

-Los estudiantes no poseen los conceptos ecológicos básicos tales como el de ecosistema y el sistema de clasificación en cinco reinos, lo que les dificulta comprender cabalmente que es la biodiversidad.

-Los estudiantes no comprenden completamente algunos procesos ecológicos esenciales tales como las cadenas tróficas y el ciclo del carbono, lo que les impide comprender la dinámica de la naturaleza y el papel de la biodiversidad en esta dinámica.

-Los estudiantes poseen una visión reducida de la interacción entre la sociedad y la naturaleza lo que dificulta la toma de conciencia sobre la situación ambiental.

De tal manera, los errores e imprecisiones desde el punto de vista científico en las concepciones que poseen los estudiantes sobre los temas ambientales investigados, dificultan su comprensión de la biodiversidad, de su significado e importancia.

Por otro lado, uno de los objetivos de la Educación Ambiental es la promoción de conocimientos. En efecto hoy en día se asume que los conocimientos sobre la naturaleza constituyen un componente básico, los conceptos y principios que permiten comprender al medio ambiente parecen constituir uno de los pilares en la promoción de la EA entre estudiantes de secundaria. Una mayor comprensión de los aspectos ambientales permite ampliar y mejorar progresivamente los conocimientos, actitudes, valores, competencias y participación de las personas a favor de una mejor relación entre el ser humano, la sociedad y el medio ambiente. Así, las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de la biodiversidad representan un obstáculo para los cambios ambientales que se imponen.

Es en este punto que los resultados que arroja este trabajo cobran mayor relevancia puesto que permiten, si se les toma en cuenta, promover una mejora en las concepciones sobre biodiversidad de los estudiantes de secundaria. En términos de Moreira (1993) el considerar

estos resultados en la educación permite desarrollar programas educativos que favorezcan el "cambio conceptual", entendido como un enriquecimiento conceptual. Lo anterior se explica cuando recordamos que los cambios en educación parten de un análisis de la situación educativa. Así, en este trabajo se ha realizado un acercamiento al sujeto, en su aspecto cognitivo. La caracterización de las concepciones de los estudiantes sobre los temas investigados permite conocer mejor al sujeto que forma parte de la situación de aprendizaje estudiada. El diagnóstico de las concepciones de los estudiantes permite lo siguiente:

-Sirve de base para redefinir y precisar el objeto de aprendizaje, es decir adecuar la información que proporciona el museo a las ideas que se ha detectado en los estudiantes (Sánchez Mora y Tagüeña, 2003).

-Sirve para que el agente, al conocer mejor al sujeto, promueva una mejor relación de enseñanza; es decir que los anfitriones, al estar concientes de las dificultades que presentan los estudiantes de secundaria, pueden adoptar estrategias de enseñanza más acordes con las necesidades de los visitantes. Así mismo, la museología y la museografía pueden ser planeadas y diseñadas de manera más acorde a las necesidades de los visitantes.

La caracterización de las concepciones de las personas es un aspecto fundamental de la evaluación previa y formativa que se realizan en el diseño de una exhibición museística. Por ejemplo una investigación de las concepciones sobre nutrición de jóvenes de secundaria realizada por Reachy (1999) permitió mejorar el funcionamiento de un espacio del museo UNIVERSUM (Sánchez Mora y Tagüeña, 2003).

-De igual manera este estudio favorece la relación didáctica entre el agente y el objeto, puesto que proporciona bases para proponer métodos y materiales más adecuados al sujeto.

En resumen el conocer mejor al sujeto permite mejorar todos los componentes de la situación educativa así como las relaciones entre estos componentes. Es de esta manera que la educación que provee el museo puede participar en el enriquecimiento conceptual que los jóvenes requieren, de este modo puede contribuir al desarrollo de personas mejor informadas y preparadas para tomar decisiones y un modo de vida favorable a una mejor relación persona-sociedad-medio ambiente.

Así, este trabajo pretende resaltar el gran potencial de los centros de ciencias y en particular del Museo de las Ciencias UNIVERSUM, en la Educación Ambiental en su ámbito no formal. Si bien este aspecto se aborda con detalle en los antecedentes de este trabajo, en este apartado se harán algunos comentarios generales.

El papel que desempeñan los museos de ciencia ha cambiado según el contexto histórico, estas "cunas de nuestra memoria, guardianes de nuestro saber y compañeros de nuestras esperanzas" (Litzler, 2003) no pueden escapar a la gran preocupación actual sobre el medio ambiente y sobre nuestra relación con él. Para De Koninck (2003), los museos deben ser



hoy en día guardianes de nuestro patrimonio más fundamental: la naturaleza y los lazos que mantenemos con ella.

Ahora bien, ¿de qué manera abordan los museos este nuevo desafío? Davallon et al. (1992) a partir de un estudio realizado en museos de Canadá, Estados Unidos y Europa, señalan que el medio ambiente ha "entrado al museo" de manera tímida, ocupando un fino margen, sobretodo si se compara a los museos con los medios masivos de comunicación, elemento central del aumento del interés por los asuntos del medio ambiente por parte del público. Según este estudio, la reducida presencia del medio ambiente en los museos se debería a que el medio ambiente no es un tema ordinario para estas instituciones, en realidad la incorporación de la temática ambiental a los museos representa todo un reto.

Para Dizikes (en Davallon et al. 1992) la integración del medio ambiente al museo no se trata simplemente de realizar las clásicas exposiciones de la naturaleza donde se describen animales, sus métodos de adaptación, su comportamiento; para esta investigadora una exposición, para ser "ambiental", debe ir más lejos. Así, una exposición ambiental debería introducir una discusión sobre la degradación del medio ambiente o los peligros que deben enfrentar los animales. Y para promover una verdadera discusión sobre el medio ambiente, se deberían introducir las causas y las consecuencias de esta degradación, así como discutir los problemas sociales asociados. El medio ambiente representa un tema "candente" y polémico, en otras palabras, un tema de actualidad que polariza fuertemente la opinión. En este sentido la consideración de la temática ambiental en los museos de ciencias cuestiona el papel mismo del museo. ¿Es el museo un lugar de investigación, de aprendizaje, de promoción del cambio social, tal vez de todo esto? Para algunos el museo debe conformarse con ofrecer información correcta para promover una toma de decisiones informada, en la opinión de otros los museos deben desempeñar un papel activo en la formación de una opinión pública. Pero ¿es acaso posible estar informado e informar sobre las cuestiones ambientales sin adoptar una posición? Coincidimos con Drapeau (2002) y Fortin Debart (2001-2002), en que los museos constituyen espacios públicos que favorecen la interacción social, por tanto son sitios que pueden convertirse en foros de debate y discusión de las cuestiones ambientales; lo cual permite forjar en las personas una aproximación reflexiva y crítica hacia estas cuestiones. La incorporación de la dimensión ambiental a los museos de ciencias tiene que ver no solo con sus contenidos sino que cuestiona el papel mismo que estos desempeñan ante la sociedad.

Es así como la integración del medio ambiente a los museos no solo llega cuando estas instituciones se encuentran en pleno cambio sino que además contribuye a seguir impulsando esta transformación. Así, si bien los museos se encontraban en la transición de "museos templo" a "museos escuela" ahora el medio ambiente promueve otra gran transformación que es convertirlos en "museos foro". De tal manera el medio ambiente representa un reto para las

instituciones museísticas pero también una oportunidad de acceder a una función social esencial: participar en los cambios socio ambientales que la situación actual exige.

Ahora bien, hasta donde se tiene conocimiento, no existen estudios sobre la incorporación de la dimensión ambiental en los museos de ciencias en México, y de manera general a pesar de la trascendencia del tema, existen muy pocas investigaciones que se interesan en la intersección entre la Educación Ambiental y la misión educativa de los museos (Fortin-Debart, 2003). Así, este trabajo da un paso hacia la incorporación del medio ambiente en el marco de la Educación Ambiental en los Museos de Ciencias en México.

En cuanto a la posibilidad de generalización de los resultados, los estudios de campo presentan alguna ventaja respecto a otros estudios por su realización en un marco real, pero las conclusiones son siempre probabilísticas y deben tomarse con las precauciones correspondientes a dicha situación (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995). Sin embargo las comparaciones entre los resultados obtenidos en el presente estudio y los de otras investigaciones realizadas en otros países, muestran en numerosas ocasiones grandes similitudes. Si bien son necesarios posteriores estudios en el marco de los museos de ciencias, estas semejanzas, permiten suponer una extensión y generalizabilidad de los resultados expuestos.

En lo que se refiere a la validez y confiabilidad de los resultados, éstas se ven aumentadas por la utilización de tres técnicas de toma de información: las entrevistas, las visitas guiadas y los cuestionarios; las cuales arrojaron los mismos resultados. Si bien cada una de estas técnicas tiene límites, la utilización de las tres compensa de alguna manera sus desventajas respectivas. En particular el diseño del cuestionario a partir de los resultados obtenidos durante las entrevistas y las visitas guiadas da una mayor confiabilidad a este instrumento; el cual además posee una diversidad de reactivos cuidadosamente diseñados para promover conocer lo que los alumnos piensan realmente. Así el cuestionario incluyó, entre otras, preguntas abiertas y no sólo preguntas de opción múltiple o escalas tipo Lykert como suele suceder en numerosos estudios de esta naturaleza en Educación Ambiental.

Por otro lado, es importante resaltar que este estudio se avoca a conocer al sujeto sólo en su aspecto cognitivo, esto no quiere decir que se niegue la importancia de conocerlo en el resto de sus aspectos tales como el afectivo, moral, psicomotor, etc. En realidad estamos concientes de la tendencia que se ha presentado en Educación Ambiental a investigar fundamentalmente este aspecto, si bien en los últimos años también se han realizado numerosas investigaciones sobre las actitudes de las personas hacia el medio ambiente. Sin embargo, dada la ausencia de este tipo de investigación en el marco de los museos de ciencias en México y la relevancia del mismo, se consideró un aspecto digno de estudio. Esta constatación abre las puertas a futuras investigaciones sobre otros aspectos del sujeto y por supuesto a otros elementos de la situación educativa.

Así, como suele suceder en investigación, se espera que esta investigación favorezca reflexiones para futuras búsquedas en particular en el marco de la intersección entre la Educación Ambiental y los Centros de Ciencias. Puesto que, como se ha venido mencionando, los Centros de Ciencias pueden desempeñar un gran papel a favor de nuestra sociedad y su relación con el medio ambiente.

## LITERATURA CONSULTADA

- ALEXANDER, E. P. 1996. *Museums in Motion. An Introduction to the History and Functions of Museums*. Ed Altamira. EU.
- ANDERSON, CH. W.; T. H. SHELDON, and J. DUBAY. 1990. "The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis". **Journal of Research in Science Teaching**. 27 (8): 761-776.
- ABE, T.; LEVIN, S.A. y M. HIGASHI. 1997. *Biodiversity. An Ecological Perspective*. Ed. Springer. EU.
- AUSUBEL, D. P.; J. D. NOVAK y H. HANESIAN. 1995. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- BARKER, M y M. CARR. 1989. "Photosynthesis –can our pupils see the wood for the trees?. **Journal of Biological Education**. 23(1): 41-48.
- BARRAZA, L. 1999. "Children's drawings about the environment". **Environmental Education Research**. 5(1): 49-66
- BARRAZA, L. 2001. "Perceptions of social and environmental problems by English and Mexican children". **Canadian Journal of Environmental Education**. 6:139-157.
- BARRAZA, L. Y M. P. CEJA-ADAME. 2003. Los niños de la Comunidad Indígena de San Juan Nuevo: Su conocimiento ambiental y su percepción sobre "naturaleza". En VELÁSQUEZ A., TORRES A. y G. BOCCO. *Las Enseñanzas de San Juan: Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales*. (p. 371-398). Ed. SEMARNAT/ INE. México, D.F.; México.
- BARRAZA, L y J. PINEDA. 2003. "Knowledge, perceptions and attitudes towards Forest Ecosystems among rural adolescents from Western Mexico". **Unasyva**. 213 (54): 10-1.
- BARRAZA, L y R. A. Walford. 2002. "Environmental Education: A comparison between English and Mexican children". **Environmental Education Research**. 8 (2):171-186.
- BARTHLOTT, W. y M. WINIGER. 1998. *Biodiversity. A Challenge for Development research and Policy*. Ed. Springer. Alemania.
- BLANCHET, A.; GHIGLIONE, R.; MASSONAT, J. y A. TROGNON. 1989. *Técnicas de investigación en Ciencias Sociales. Datos. Observación. Entrevista. Cuestionario*. Editorial Narcea. Madrid, España.

- BELL, B. F. 1981. "When is an animal, not an animal?". **Journal of Biological Education**. 15(3): 213-218.
- BELL, B. F. y M. BARKER. 1982. "Towards a Scientific Concept of Animal". **Journal of Biological Education**. 16(3): 197-200.
- BIFANI, P. 1999. Biodiversidad. En *La educación ambiental en la escuela secundaria. Lecturas*. (p. 39-45). Ed. SEP. México, DF; México.
- BORUN, M.; CH. MASSEY and T. LUTTER. 1993. "Naive knowledge and the design of science museum exhibits". **Curator**. 36 (3): 201-219.
- BROWN, L. R. 1988. And today we're going to talk about biodiversity... That's right, biodiversity. En WILSON, E. O. y F. M. PETER. *Biodiversity*. (p.446-449). Ed. National Academy Press. EU.
- CAMPBELL-BRADLEY, J.; WALICZEK, T. M.; and J. M. ZAJICEK. 1999. "Relationship between environmental knowledge and environmental attitude of high school students". **The Journal of Environmental Education**. 30(3):17-21
- CANTRELL, D. C. 1993. Alternative Paradigms in environmental education research: the interpretive perspective. En MRAZEK, R. *Alternative paradigms in environmental education research*. (p.81-105). Ed. North American Association for Environmental Education/ University of Lethbridge. EU.
- CARABIAS, J. y L. ARIZPE. 1999. El deterioro ambiental: cambios nacionales, cambios globales. En *La educación ambiental en la escuela secundaria. Lecturas*. (p. 17-27). Ed. SEP. México, DF; México.
- CARIDE, J. A. y P. A. MEIRA. 2001. *Educación Ambiental y desarrollo humano*. Ed. Ariel Educación. Barcelona, España.
- CARRILLO TRUEBA, C. 1997. "La divulgación de la ciencia...en un mundo fragmentado" **Ciencias**. Abril-junio (46):60-65
- CASTILLO, A. 1988. "Science Centres: An Evaluation of New Methods of Communicating Science through Exhibitions". Thesis for the degree of Master of Philosophy (Museum Studies). University of Leicester. Gran Bretaña.
- CAUGHLEY, G and A. GUNN. 1996. *Conservation Biology in Theory and Practice*. Ed. Blackwell Science. EU.
- COLLINS, S. L. y T. L. BENNING. 1996. Spatial and temporal patterns in functional diversity. En GASTON, K. J. *Biodiversity. A Biology of Numbers and Difference* (p.253-280). Ed. Blackwell Science. Gran Bretaña.

- CORRAL-VERDUGO, V. y L. I. ARMENDÁRIZ. 2000. "The 'new environmental paradigm' in a Mexican community". *The Journal of Environmental Education*. 31(3): 25-31.
- DAVALLON, J., GRANDMONT, G., SCHIELE, B. et M. CH. DE KONINCK. 1992. *L'environnement entre au musée*. Ed. Musée de la civilisation de Québec, Presses universitaires de Lyon. Québec, Canadá/Lyon, Francia.
- DE ALBA, A. y E. GONZÁLEZ GAUDIANO. 1997. *Evaluación de Programas de Educación Ambiental. Experiencias en América Latina y el Caribe*. Ed. CESU, UNAM. México, D.F. México.
- DAVIS, P. 1996. "Museums and the Natural Environment". Ed. Leicester University Press. Gran Bretaña
- DE KONINCK, M. CH. 2003. Transmettre des messages ou des connaissances par le biais d'une exposition suppose une approche éducative particulière. En AQPERE. *L'ERE des musées. La contribution des musées à l'éducation relative à l'environnement* (p. 8-9). Ed. AQPERE. Montréal, Canadá.
- DIAZ BARRIGA, A. y R. G. HERNÁNDEZ. 1997. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. Ed. McGraw Hill. México.
- DIZIKES, H. 1992. Qu'est-ce qu'une 'exposition environnementale'. En DAVALLON, J., GRANDMONT, G., SCHIELE, B. et M. CH. DE KONINCK. *L'environnement entre au musée* (p. 15). Ed. Musée de la civilisation de Québec, Presses universitaires de Lyon. Québec, Canadá/Lyon, Francia.
- DIRZO, R. 1990. La biodiversidad como crisis ecológica actual ¿qué sabemos?. *Ciencias*. 4: 48-55.
- DISINGER, J. F. 1996. La búsqueda de paradigmas para la investigación en educación ambiental. En MRAZEK, R. *Paradigmas Alternativos de Investigación en Educación Ambiental*. Ed. Universidad de Guadalajara/ SEMARNAP/ North American Association for Environmental Education. México.
- DOBRÉ, M. « La sensibilité de l'opinion publique française aux problèmes d'environnement : une 'conscience écologique' introuvable » *Environnement et société*. (19) :7-14
- DRAPEAU, T. 2002. « Odysée: des expositions environnementales pour le 21e siècle. » *Muse*. Mars/Avril
- DREYFUS, A. and E. JUNGWIRTH. 1989. "The pupil and the living cell: a

taxonomy of dysfunctional ideas about an abstract idea". **Journal of Biological Education**. 23 (1): 49-55.

-DREYFUS, A.; WALSH, E. J. A. y D. VAN WEELIE. 1999. Biodiversity as a theme for Environmental Education. En WALSH, E. J. A. *Environmental Education and Biodiversity*. (p.35-48). Ed. National Reference Centre for Nature Management/ Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. Wageningen, Holanda.

-EDMONDSON, K. M. and J. D. NOVAK. 1993. "The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students". **Journal of Research In Science Teaching**. 30 (6): 547-559.

-EHRENFELD, D. 1995. "Readings from Conservation Biology. The Social Dimension -Ethics, policy, law, management, development, economics, education". Ed. The Society for Conservation Biology/ Blackwell Science. EU.

-EHRlich, P. R. 1988. The loss of Diversity. Causes and Consequences. En WILSON, E. O. y F. M. PETER. *Biodiversity* (p.21-27). Ed. National Academy Press. EU.

-FALK, J. entrevista por Berta MacGregor. 2000 "John Falk, aprendiendo a través de los museos" **El visitante**. No. 9: 4-5

-FALK, J. H. and L. D. DIERKING. 2000. "Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning". Ed. Altamira. EU.

-FERNÁNDEZ MANZANAL, R. y M. CASAL JIMÉNEZ. 1995. "La Enseñanza de la Ecología. Un objetivo de la Educación Ambiental". **Enseñanza de las Ciencias**. 13(3): 295-311

-FLAMENT, C. y M. L. ROUQUETTE. 2003. Qu'est-ce qu'une représentation sociale ?. En Flament, C. et M. L. Rouquette. *Comment étudier les représentations sociales. Anatomie des idées ordinaires* (p. 11-30). Ed. Armand Colin. Paris.

-FLEXER, B. and M. BORUN. 1984. « The impact of a class visit to a participatory science museum exhibit and a classroom science lesson". **Journal of Research In Science Teaching**. 21(9): 863-873

-FLORES, F.; TOVAR, M. E. y L. GALLEGOS. 2003. "Representation of the cell and its processes in high school students: an integrated view". **International Journal of Science Education**. 25(2): 269-286.

- FORTIN-DEBART, C. 2001-2002. « Le partenariat école-musée en Education Relative à l'Environnement: analyse et perspectives » **Education relative à l'environnement. Regards, recherches, réflexions.** 3:107-124
- FORTIN-DEBART, C. 2003. L'ERE des musées: un champ de recherche émergent. In AQPERE. *L'ERE des musées. La contribution des musées à l'éducation relative à l'environnement* (p. 2). Ed. AQPERE. Montréal, Canada.
- GARCÍA FERREIRO, V. S. 1998. "Procesos Psicológicos y Museos de Ciencias: Interacción y Construcción de Conocimiento". Tesis de licenciatura en Psicología. Facultad de Psicología, UNAM. México, D.F. México.
- GARNIER, C. Y L. SAUVÉ. 1999. « Apport de la théorie des représentations sociales à l'éducation relative à l'environnement –Conditions pour un design de recherche ». **Éducation relative à l'environnement. Regards- Recherches- Réflexions.** 1:65-77.
- GASTON, K. J. 1996. *Biodiversity. A Biology of Numbers and Difference.* Ed. Blackwell Science. Gran Bretaña.
- GASTON, K. J. 2000. "Global Patterns in Biodiversity". **Nature.** 405:220-227
- GIL CUADRA., F.; RICO R., L. y A. F. CANO. 2000. "Pensamiento sobre evaluación en profesores de matemáticas de secundaria". **Revista de Educación de la Universidad de Granada.** 13: 261-294.
- GIORDAN, A. 1987. "Los conceptos de biología adquiridos en el proceso de aprendizaje". **Enseñanza de las Ciencias.** 5 (2): 105-110.
- GIORDAN, A. 1995. "Los nuevos modelos de aprendizaje: ¿más allá del constructivismo?". **Perspectivas.** 25 (1):40-45.
- GIORDAN, A. y C. SOUCHON. 1993. *Une éducation pour l'environnement.* Collection GIORDAN, A. et J. L. MARTINAND. Guides pratiques. (p.167-178). Ed. Les Z'Éditions. Niza, Francia.
- GONZÁLEZ GAUDIANO, E. en WUEST, T. 1992. "Ecología y Educación. Elementos para el Análisis de la Dimensión Ambiental en el Currículum Escolar". Ed. CESU/UNAM. México, DF, México.
- GONZÁLEZ GAUDIANO, E. 1993. *Elementos Estratégicos para el Desarrollo de la Educación Ambiental en México.* Ed. Universidad de Guadalajara/MWF/ACEA/SEDUE. México, DF, México.
- GRIFFITHS, A. K. y B. A. C. GRANT. 1985. "High school students' understanding of food webs: identification of a learning hierarchy and related



- misconceptions". **Journal of Research in Science Teaching**. 22(5): 421-436.
- GUILLÉN, F. C. 1996. "Educación, Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible". **Revista Iberoamericana de Educación**. 11: 103-110
- GUTIÉRREZ PÉREZ, J. 1995. *La Educación Ambiental. Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares*. Ed. La Muralla Madrid, España
- HART, P. 1993. Alternative perspectives in environmental education research: paradigm of critically reflective inquiry. En MRAZEK, R. *Alternative paradigms in environmental education research* (p. 107-130). Ed. North American Association for Environmental Education/ University of Lethbridge. EU.
- HASLAM, F and D. F. TREAGUST. 1987. "Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument". **Journal of Biological Education**. 21 (3): 203-211.
- HEIN, G. E. and M. ALEXANDER. 1998. *Museums Places of Learning*. Ed. American Association of Museums Education Committee. Estados Unidos.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ COLLADO, C y P. BAPTISTA LUCIO. 2003. *Metodología de la Investigación*. Ed. Mc Graw Hill. México.
- HIDORE, J. J. 1996. *Global environmental change. Its nature and impact*. Ed. Prentice Hall. EU.
- HOOPER-GREENHILL, E. 1999. *Museums and their Visitors*. Ed Routledge. EU.
- HUNGERFORD, H. R. y R. B. PEYTON. 1996 *Cómo construir un programa de Educación Ambiental*. Programa Internacional de Educación Ambiental UNESCO-PNUMA. Ed. Los libros de la Catarata/UNESCO. España.
- HUNTER, Jr. M. L. 1996. *Fundamentals of Conservation Biology*. Ed. Blackwell Science. EU.
- HEWSON, P. W. and N. R. THORLEY. 1989. "The conditions of conceptual change in the classroom". **International Journal of Science Education**. 11: 541-553.
- HUUB VAN DEN BERGH, H. K., y N. LAGERWEIJ. 1999. "Environmental knowledge, attitudes, and behavior in dutch secondary education". **The Journal of Environmental Education**. 30(2): 4-14.
- KNAPP, D. 2000. "The Thessaloniki Declaration: A wake-up call for

environmental education?". **The Journal of Environmental Education**. 31(3): 32-39.

-KUHLEMEIER, H.; VAN DEN BERGH, H. and N. LAGERWEIJ. 1999. "Environmental Knowledge, Attitudes, and Behavior in Dutch Secondary Education". **The Journal of Environmental Education**. 30(2):4-14

-LARA, R. 1996. "Informe sobre los Proyectos de Educación Ambiental No Formal". **Revista Iberoamericana de Educación**. No. 11: 153-169

-LANG DA SILVEIRA, F. y M. A. MOREIRA. 1996. "Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna". **Enseñanza de las Ciencias**. 14(1): 75-86.

-LEFF, E. 2000. *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Ed. Siglo XXI. México DF, México.

-LITZLER, R. 2003. Musées, berceaux de nos mémoires, gardiens de nos savoirs, compagnons de nos espoirs. En AQPERE. *L'ERE des musées. La contribution des musées à l'éducation relative à l'environnement* (p. 2). Ed. AQPERE. Montréal, Canadá.

-LOVEJOY, T. E. 1988. Diverse considerations. En WILSON, E. O. y F. M. PETER. *Biodiversity* (p.421-427). Ed. National Academy Press. EU

-LÓPEZ ROMO, H. 1998. La metodología de la encuesta. En GALINDO CÁCERES, J. *Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación*. Editorial Pearson/ Addison Wesley Longman. México DF, México.

-MARCINKOWSKI, T. 1993. A contextual review of the 'quantitative paradigm' in Environmental Education research. En MRAZEK, R. *Alternative paradigms in Environmental Education research* (p. 29-79). Ed. North American Association for Environmental Education/ University of Lethbridge. EU.

-MARTÍNEZ, N. D. 1996. Defining and measuring functional aspects of biodiversity. En GASTON, K. J. *Biodiversity. A Biology of Numbers and Difference* (p.114-148). Ed. Blackwell Science. Gran Bretaña.

-MATTHEWS, M. R. 1994. "Vino Viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista". **Enseñanza de las Ciencias**. 12(1): 79-88.

-MEREDITH, J. E., FORTNER, R. W. and G. W. MULLINS. 1997. "Model of Affective Learning for Nonformal Science Education Facilities". **Journal of Research in Science Teaching**. 34(8):805-818

-MILES, R. 1989. "Evaluation in its communications context". Presentation at a

seminar "Faire Voir Faire Savoir- La Museologie Scientifique au Present". Technical Report No. 89-10.

-MOONEY, H.A.; CUSHMAN, J.H.; MEDINA, E.; SALA, O.E. y E. D. SCHULZE. 1996. *Function Roles of Biodiversity. A Global Perspective*. Ed. John Wiley and Sons. Inglaterra

-MOREIRA, M. A. 1993. "La teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel". Fascículo del CIEF, serie enseñanza-aprendizaje, número 1. (Adaptación del capítulo 2 del libro : Moreira, M. A. "Abordagem cognitivista ao ensino da física". 1983. Editorial da Universidade, Brasil. pp 18-54)

-MOREIRA, M. A. 1994. "Cambio Conceptual : Crítica a Modelos Actuales y una propuesta a la luz de la Teoría del aprendizaje significativo". Trabajo presentado en el II Simposio sobre Investigación en Educación en Física. Buenos Aires, Argentina. 3 al 5 de agosto de 1994.

-MRAZEK, R. 1993. *Alternative paradigms in environmental education research*. Ed. North American Association for Environmental Education/ University of Lethbridge. EU.

-MYERS, N. 1988. Tropical Forests and their species. Going, going...?. En WILSON, E. O. y F. M. PETER. *Biodiversity*. (p.28-35). Ed. National Academy Press. EU.

-NEYRA, L y L. DURAND. 1998. Biodiversidad. En *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. (p. 61-102). Ed. CONABIO. México, DF., México.

-NIEDA, J y B, MACEDO. 1998. *Un Currículo Científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Ed. SEP/OEI-UNESCO. México.

-NIETO CARAVEO, L. M. 1999. "Reflexiones sobre la Investigación en Educación Ambiental en México". Memoria del Foro Nacional de Educación Ambiental. 1999. Veracruz, Veracruz, México.

-NOVACK, J. D. 1988. "Constructivismo humano : un consenso emergente". *Enseñanza de las Ciencias*. 6(3): 213-223.

-NOVO, M. 1995. *La Educación Ambiental. Bases éticas, conceptuales y metodológicas*. Ed. Universitas. Madrid, España.

-NOVO, M. 1996. "La educación ambiental formal y no formal: dos sistemas complementarios". *Revista Iberoamericana de Educación*. 11:75-102.

-NÚÑEZ, F. y E. BANET. 1996. "Modelos conceptuales sobre las relaciones entre digestión, respiración y circulación". *Enseñanza de las Ciencias*. 14 (3):

261-278.

-NÚÑEZ, F. y E. BANET. 1997. "Students' conceptual patterns of human nutrition". **International Journal of Science Education**. 19 (5): 109-526.

-NUSSBAUM, J. 1989. "Classroom conceptual change: philosophical perspectives" **International Journal of Science Education**. 11: 530-540.

-OLA ADENIYI, E. 1985. "Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students". **Journal of Biological Education**. 19(4): 311-316

-OLDFIELD, M. L. y J. B. ALCORN. 1991. *Biodiversity. Culture, Conservation and Ecodevelopment*. Ed. Westview Press. EU

-OSBORNE, R. and P. FREYBERG. 1985. *Learning in Science. The implications of children's science*. Editorial Heinemann, Hong Kong.

-PHILANDER, S. G. 1998. *Is the temperature rising? The uncertain science of global warming*. Ed. Princeton University Press. EU

-POZO, J. I. 1994. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ediciones Morata, España.

-RAMEY-GASSET, L. and H. J. WALBERG. 1994. "Reexamining connections: museums as science learning environments". **Science Education**. 78 (4): 345-363.

-RAMOS, M. A. 1988. The conservation of biodiversity in Latin America. En WILSON, E. O. y F. M. PETER (p.428-436). *Biodiversity*. Ed. National Academy Press. EU

-REACHY VALDÉS, B. 1999. *El concepto de la digestión en la enseñanza de la biología*. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF. México.

-REYNOSO, HAYNES, E. 1995. "El potencial didáctico de un museo de ciencias interactivo". **Revista Mexicana de Pedagogía**. 22 (6):19-23.

-REYNOSO HAYNES, E. 2000. "El Museo de las Ciencias: Un apoyo a la Enseñanza Formal". Tesis de Maestría en Enseñanza Superior. Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado. UNAM. México, D.F. México.

-ROBOTTOM, I. 1993. Beyond behaviourism: making environmental education research educational. En MRAZEK, R. *Alternative paradigms in environmental education research*. (p.133-144). Ed. North American Association for

Environmental Education/ University of Lethbridge. EU.

-RODRIGUEZ SABIOTE, C. 2003. "Diseños para la investigación del lenguaje". Curso del doctorado interuniversitario en Educación Ambiental 2002-2003. Universidad de Granada. Granada, España.

-ROY, L. et L. GUILBERT. 1998-1999. « L'Education Relative à l'Environnement en milieu éducatif non formel. Y a-t-il plus que l'acquisition de nouvelles connaissances pour le public ? » **Education relative à l'environnement. Regards, recherches, réflexions.** 1:239-247

-RUIZ HERNÁNDEZ, C. 1992. "Comunicaciones auxiliares y Educación Ambiental en los museos" **Horizontes.** Junio:15-19

-SALA, O. E.; STUART CHAPIN III, F.; ARMESTO, J. J.; BERLOW, E.; BLOOMFIELD, J.; DIRZO, R.; et. al. 2000. "Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100". **Science.** 287:1770-1774

-SÁNCHEZ MORA, M. C. 2002. "El museo de las ciencias como foro educativo". **Perspectivas docentes.** (27):50-62

-SÁNCHEZ MORA, M. C. 2000. *La enseñanza de la teoría de la evolución a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes.* Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, UNAM. México, DF. México.

-SÁNCHEZ MORA, M. C. y J. TAGÜEÑA. 2003. "Exhibir y diseñar, ¿para quién? La visión del público en los museos de ciencias. **Elementos.** 52:29-35.

-SAUVÉ, L. 1997. *Pour une Éducation Relative à l'environnement.* Ed. Guérin. Montréal, Canada.

-SAUVÉ, L. 1998. « L'éducation relative à l'environnement –entre modernité et postmodernité : Les propositions du développement durable et de l'avenir viable ». En Jarnet, A. Jickling, B., Sauvé, L., Wals, A. y Clarkin, P. A colloquium on the future of environmental education in a postmodern world ? Proceedings of an online colloquium held on October 19<sup>th</sup> 1998, 57-70.

-SAUVÉ, L. 1999. « La Educación Ambiental entre la modernidad y la posmodernidad : En busca de un marco de referencia educativo integrador". **Tópicos en Educación Ambiental.** 1(2):7-25

-SAUVÉ, L. 2001-2002 « Le partenariat en ERE: pertinence et défis » **Education relative à l'environnement. Regards, recherches, réflexions.** 3:21-36

-SAUVÉ, L. 2004. « Cours 1. Théories et pratiques d'éducation relative à l'environnement ». Curso de la maestría en Educación Ambiental. Enero a marzo de 2004. Université du Québec à Montréal, UQAM. Montréal, Canadá.

-SAUVÉ, L. y C. GARNIER. 2000. Une phénoménographie de l'environnement : réflexions théoriques et méthodologiques sur l'analyse des représentations sociales. En GARNIER, C. y M. L. ROUQUETTE. *Représentations sociales et éducation* (p. 211-234). Ed. Éditions nouvelles. Montréal, Canadá.

-SCHLUTER, D. y R. E. RICKLEFS. 1994. Species Diversity. An introduction to the problem. En RICKLEFS, R. E. y D. SCHLUTER. *Species diversity in ecological communities. Historical and geographical perspectives*. (p. 1-10). Ed. The University of Chicago Press. EU.

-SCHMELKES, S. 2001. "La combinación de estrategias cuantitativas y cualitativas en la investigación educativa: reflexiones a partir de tres estudios". **Revista Electrónica de Investigación Educativa**. 3(2).

-S.E.P. "Libro para el Maestro. Educación Básica. Ciencias Naturales". 1993. Ed. Secretaría de Educación Pública, México.

-S.E.P. "Libro para el Maestro. Educación Secundaria. Biología". 1994. Ed. Xalco, México.

-SEYMOUR, J. and B. LONGDEN. 1991. "Respiration - that's breathing isn't it?". **Journal of Biological Education**. 25 (3): 177-183.

-SHEMESH, M. and R. LAZAROWITZ. 1989. "Pupils' reasoning skills and their mastery of biological concepts". **Journal of Biological Education**. 23 (1): 59-67.

-SMITH, E. L. y CH. W. ANDERSON. 1984. "Plants as producers: a case study of elementary science teaching". **Journal of Research in Science Teaching**. 21(7): 685-698.

-SOLÍS, V., MADRIGAL P. y I. AYALES. 1998. *Convenio sobre la diversidad biológica. Un texto para todos*. Ed. Convention on Biological Diversity Secretariat/ UICN/ FES/ FAO/ FARBEN. San José, Costa Rica.

-TAKACS, D. 1996. *The Idea of Biodiversity. Philosophies of Paradise*. Ed. The Johns Hopkins University Press. EU.

-TAMIR, P. 1989. "Some issues related to the use of justifications to multiple-choice answers". **Journal of Biological Education**. 23 (4): 285-292.

- TILBURY, D. 1995. "Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990's" **Environmental Education Research**. 1(2):195-213
- TOLEDO, V. M. y A. CASTILLO. 1999. "La Ecología en Latinoamérica: Siete Tesis para una Ciencia Pertinente en una Región en Crisis". **Interciencia**. Mayo-Junio. 24(3):157-168
- TROWBRIDGE, J. E. y J. J. MINTZES. 1988. "Alternative conceptions in animal classification: a cross-age study". **Journal of Research In Science Teaching**. 25(7): 547-571.
- TURNER, S. A. 1997. "Children's understanding of food and health in primary classrooms". **International Journal of Science Education**. 19 (5): 491-508.
- UNESCO. 1991. "Environmental Education for Our Common Future. A Handbook for Teachers in Europe". Ed. Benedict, F. Norwegian University Press. Noruega.
- VAN WEELIE, D. y A. E. J. WALS. 1999. Stepping stones for making biodiversity meaningful through education. En WALS, E. J. A. *Environmental Education and Biodiversity*. Ed. National Reference Centre for Nature Management/ Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. Wageningen, Holanda.
- VILLANI, A. 1992. "Conceptual change in science and science education". **Science Education**. 76 (2):223-237.
- WALS, E. J. A. 1999. *Environmental Education and Biodiversity*. Ed. National Reference Centre for Nature Management/ Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries. Wageningen, Holanda.
- WARD, R. E. y J. H. WANDERSEE. 2002. "Students' perceptions of roundhouse diagramming: a middle-school viewpoint". **International Journal of Science Education**. 24(2): 205-225.
- WEISZ, P. B. 1985. *La ciencia de la zoología*. Ed. Omega. España.
- WILSON, E. O. 1988. The current state of biological diversity. En WILSON, E. O. y F. M. PETER. *Biodiversity*. (p.3-18). Ed. National Academy Press. EU.
- WILSON, E. O. y F. M. PETER. 1988. "Biodiversity". Ed. National Academy Press. E.U.
- WILSON, E. O. 1991. Foreword. En OLDFIELD, M. L. y J. B. ALCORN. *Biodiversity. Culture, Conservation and Ecodevelopment* (p.xvii-xviii). Ed.

Westview Press. EU.

-WILSON, E. O. 1997. Introduction. En ABE, T; LEVIN, S.A. y M. HIGASHI. *Biodiversity. An Ecological Perspective*. (p.1-5). Ed. Springer. EU.

-YARROCH, W. L. 1991. "The implications of content versus item validity on science tests". **Journal of Research in Science Teaching**. 28 (7): 619-629.



# APÉNDICE

NOMBRE \_\_\_\_\_ EDAD \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_

ESCUELA \_\_\_\_\_ GRADO \_\_\_\_\_

**"MEDIO AMBIENTE"**

1. Los seres vivos se clasifican en reinos. Indica a que reino pertenece cada uno de los siguientes seres vivos:

- a) El coral pertenece al reino \_\_\_\_\_
- b) Las bacterias pertenecen al reino \_\_\_\_\_
- c) Las estrellas de mar pertenecen al reino \_\_\_\_\_
- d) Las amibas pertenecen al reino \_\_\_\_\_
- e) Las algas pertenecen al reino \_\_\_\_\_

2. ¿Qué elementos constituyen un ecosistema? Selecciona con un tache la opción correcta:

- a)  Todos los seres vivos que contiene
- b)  Todos los seres vivos y la materia no viva (también llamada factores abióticos)
- c)  Un determinado tipo de vegetación (como la de selva, de bosque, de desierto, etc.)

3. Indica con una F (falso) o una V (verdadero) si son falsas o verdaderas las siguientes proposiciones:

- a)  Las piedras, el agua, la luz, el arena constituyen un ecosistema acuático como un lago.
- b)  Cactus, serpientes y otros seres vivos constituyen un ecosistema terrestre como un desierto.
- c)  Peces, cangrejos, algas, agua, luz, rocas, etc. constituyen un ecosistema acuático como un lago.
- d)  Un ecosistema marino está constituido por tiburones, peces, corales, algas, esponjas y otros seres vivos marinos.

4. A partir de tus conocimientos sobre el ciclo del carbono (C), tacha la opción correcta:

4 A. El carbono ingresa en las plantas gracias a la fotosíntesis. Durante este proceso, las plantas, gracias a varios elementos y al gas:

- a)  nitrógeno    b)  oxígeno    c)  bióxido de carbono    d)  aire

Síntetizan la siguiente molécula orgánica:

- a)  fructosa    b)  glucosa    c)  glucógeno

4 B. Posteriormente, parte del carbono de las plantas pasa al organismo de los animales cuando éstos últimos:

- a)  respiran
- b)  se alimentan

4 C. Parte del carbono regresa a la atmósfera gracias a:

- a)  la respiración de animales
- b)  la fotosíntesis
- c)  la alimentación
- d)  la respiración de animales y plantas

4 D. El carbono regresa a la atmósfera en forma de:

- a)  Hidróxido
- b)  CO<sub>2</sub>
- c)  Glucosa

5. Los seres vivos participan en cadenas alimentarias (o cadenas tróficas). Da un ejemplo de una cadena alimentaria que suceda en un LAGO y donde intervengan: bacterias, hongos, plantas y animales.

6. A partir de tus conocimientos sobre las cadenas alimentarias, indica con una F (falso) o una V (verdadero) si son falsas o verdaderas las siguientes proposiciones:

- a)  Los organismos más grandes y fuertes se alimentan de los más pequeños y débiles.
- b)  El ser humano es el último eslabón de las cadenas alimentarias.
- c)  Todos los seres vivos se alimentan de otros seres vivos.
- d)  En las cadenas alimentarias, los productores son los seres humanos puesto que son los únicos capaces de producir sus alimentos.

7 A. ¿Cuál de los siguientes niveles tróficos crees que es más importante para mantener las cadenas alimentarias?

- a)  herbívoros    b)  consumidores    c)  productores

7 B. Señala la razón por la cual elegiste la respuesta anterior:

- a)  Porque nos alimentamos de ellos
- b)  Porque son la base de la cadena
- c)  Porque sólo ellos pueden producir materia orgánica a partir de materia inorgánica
- d)  Porque sin los consumidores no habría cadena
- e)  Porque muchos seres vivos se alimentan de ellos
- f)  Porque sin los herbívoros (como las vacas) no tendríamos que comer
- g)  Otra razón, porque: \_\_\_\_\_

8 A. ¿Qué les sucede a los seres vivos, por ejemplo un pez, después de que han muerto?

- a)  Se deshacen, se desintegran
- b)  Otros se los comen
- c)  Se descomponen
- d)  Se extinguen

8 B. Señala la razón por la cual elegiste la respuesta anterior:

- a)  Porque se desbaratan con el tiempo
- b)  Porque la erosión del agua y viento los ataca
- c)  Porque los gusanos se alimentan de ellos
- d)  Porque los microorganismos los digieren y absorben parte de sus nutrientes
- e)  Porque se pudren
- f)  Porque se rompe la cadena
- g)  Otra, porque: \_\_\_\_\_

9. A partir de tus conocimientos sobre las plantas, indica con una F (falso) o una V (verdadero) si son falsas o verdaderas las siguientes proposiciones:

- a)  Las plantas se alimentan de agua
- b)  Las plantas se alimentan de tierra
- c)  Las plantas se alimentan de nutrimentos del suelo.
- d)  Las plantas se alimentan de agua, sol, tierra y aire.
- e)  Las plantas se alimentan de microorganismos
- f)  Las plantas son capaces de producir materia orgánica a partir de materia inorgánica.

10. Los seres humanos dependemos de la naturaleza. Menciona los aspectos en los que dependemos de la naturaleza:

---

---

---

11. Algunas de las actividades que realizamos los seres humanos provocan problemas ambientales. Indica cuáles son los problemas ambientales:

---

---

---

12. Actualmente varios seres vivos están en peligro de extinción. Indica las causas y las consecuencias de esta situación.

Causas: \_\_\_\_\_

---

---

---

Consecuencias: \_\_\_\_\_

---

---

---

13. Uno de los problemas ambientales actuales es el del "cambio climático" también llamado "efecto de invernadero". ¿Qué es el cambio climático? Tacha la opción correcta:

- a)  Es un fenómeno que provoca que no haya un ciclo normal de temperatura en nuestro planeta
- b)  Es el cambio del clima en la Tierra
- c)  Son las temperaturas extremas
- d)  Es un proceso que provoca el aumento de la temperatura en nuestro planeta
- e)  Es un fenómeno que ocurre en invierno, cuando algunos seres vivos como los osos deben hibernar.

14. ¿Cuáles son las causas del "cambio climático" o "efecto de invernadero"? Tacha la opción correcta:

- a)  El aumento de la contaminación atmosférica
- b)  La disminución de la capa atmosférica de ozono en los polos
- c)  El aumento de la concentración de CO2 (dióxido de carbono) y otros gases en la atmósfera
- d)  La lluvia ácida
- e)  El aumento del ozono atmosférico