



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

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

**PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA-
APRENDIZAJE DE LA ESTRUCTURA Y PROCESOS
EN EL ECOSISTEMA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, BIOLOGÍA**

P R E S E N T A :

SILVINA MONGE RODRÍGUEZ

COMITÉ TUTORAL:

Dra. Guadalupe Judith Márquez Guzmán

Facultad de Ciencias

M. en C. Guadalupe Vidal Gaona

Facultad de Ciencias

M. en P. Olivia Mireles Vargas

IISUE

México, D.F. Marzo, 2015



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.

1. Datos de la alumna.
Bióloga
Silvina
Monge
Rodríguez
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, Biología
300205589
2. Datos del tutor,
Doctora
Guadalupe Judith
Márquez
Guzmán
3. Datos del comité tutorial 1,
Maestra en Ciencias
Guadalupe
Vidal
Gaona
4. Datos del comité tutorial 2,
Maestra en Pedagogía
Olivia
Mireles
Vargas
5. Datos del sinodal 1,
Maestra en Ciencias
Eréndira
Álvarez
Pérez
6. Datos del sinodal 2,
Maestra en Docencia
Beatríz
Cuenca
Aguilar
7. Datos del trabajo escrito.
Propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la estructura y procesos en
el ecosistema para la Educación Media Superior.
116 p.
2015

Dedicado a todos aquellos que a través de la educación,
luchan cada día por construir un mundo mejor.

GRACIAS...

Judith Márquez, Guadalupe Vidal y Olivia Mireles, los pilares de este trabajo.

Eréndira Álvarez y Beatríz Cuenca, las supervisoras de aventura.

Marina Ruíz, por ser mi sensei durante toda la maestría.

Laura Calvillo, por ayudarme a decidirme a hacer este viaje.

Aquiles Negrete, por impulsarme a regresar a navegar los mares de la narrativa.

A cada uno de todos mis buenos maestros, por fundirse conmigo cada vez que doy una clase.

CONACyT, dador de vida a través de becas.

Universidad Nacional Autónoma de México, mi amado hogar.

MADEMS, alebrije fantástico de mil colores.

Malos profesores, por enseñarme el camino que no debo seguir.

Mamá y papá, mis primeros maestros.

Abuelo y abuelita, contadores de cuentos.

Ricardo, mi chimboro, mi apoyo incondicional.

Constanza, mi porra en la vida y en el Skype.

Óscar, ilustrador de sueños.

Jon, mi único compañero de aventuras.

Sofía, mi conciencia externa que tanto me ayuda a escribir.

Mata Hari, Magi, Álvaro, Raquel, Matilda y Mateo, mis alas en el nuevo mundo.

Vida, fuente de inspiración.

Y sobre todo, gracias a todos los estudiantes que tengo, tuve y tendré, por ese momento en el que me conecto con su mirada y alcanzo a percibir el brillo de la comprensión, por ese segundo de sorpresa cuando emiten un ¡guau! que emerge del pecho como un suspiro, por cada pregunta que yo nunca hubiera formulado, por ese instante en que las risas explotan al unísono en el salón, por cada mano levantada para saciar la curiosidad, gracias, ya que en esos momentos mi vida entera cobra sentido.

ÍNDICE

Resumen	7
Introducción	8
Capítulo I. El gran reto de enseñar ciencias en el bachillerato	
Alfabetización científica <i>versus</i> educación científica propedéutica.....	12
El Kraken a vencer: el desinterés estudiantil.....	15
Enseñanza de la ecología en la clase de biología.....	19
Capítulo II. Construcción de un navío eco-psicopedagógico	
Acervo ecológico	
¿Qué es la ecología?.....	24
Estructura y procesos en el ecosistema	
Niveles de organización ecológica.....	26
Componentes del ecosistema.....	28
Relaciones intra e interespecíficas.....	29
Dinámica del ecosistema.....	30
Quilla y cuadernas	
Constructivismo.....	34
Ideas previas y cambio conceptual.....	36
Motivación.....	37
El buen humor en el aula.....	40
Carta náutica	
El modelo de exposición-discusión.....	43
El modelo de trabajo colaborativo.....	46
Evaluación.....	47
Evaluación diagnóstica.....	48
Evaluación formativa.....	49
Evaluación sumativa.....	50

Capítulo III. La expedición

Itinerario de navegación.....	51
Evidencias e impresiones del viaje	
Primera sesión.....	58
Segunda sesión.....	63
Tercera sesión.....	67
Cuarta sesión.....	68
Quinta sesión.....	71
Evaluación	
Evaluación de los estudiantes.....	74
Evaluación de la profesora.....	81
Remembranza de una épica y cómica batalla	
Marcador final contra el Kraken.....	84
El botín.....	86
Mirando a lontananza.....	87
Apéndices	
I. Cuestionario I.....	89
II. Material didáctico: cuento de interacciones bióticas.....	90
III. Cuestionario II.....	91
IV. Material didáctico: flujo de materia y energía en los ecosistemas.....	92
V. Cuestionario III.....	97
VI. Material didáctico: ciclos biogeoquímicos.....	98
VII. Material didáctico: la obra de teatro del ecosistema.....	100
VIII. Rúbricas para evaluar a los estudiantes.....	102
IX. Rúbrica para evaluar a la maestra.....	107
Literatura citada.....	109

Monge R. S. 2015. Propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la estructura y procesos en el ecosistema para la Educación Media Superior. Tesis de grado, Maestría en Docencia para la Educación Media Superior, Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 116.

RESUMEN

Este siglo exige de los estudiantes de bachillerato la necesidad de adquirir conocimientos y habilidades para poder tener un papel activo en la sociedad democrática moderna, donde la ciencia y la tecnología modelan en gran medida nuestra vida cotidiana. A pesar de la gran importancia de aprender ciencia, el principal enemigo que acecha es la falta de motivación de los estudiantes hacia las materias científicas. Debido a esto, es de vital importancia alfabetizar científicamente empleando herramientas didácticas que permitan el aprendizaje significativo a través del desarrollo de la motivación intrínseca en el estudiantado. Por ello, el objetivo general de este trabajo fue diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la Biología, en particular del tema “Estructura y procesos en el ecosistema”, que permitiera a los estudiantes aprender el contenido disciplinar de manera significativa, para lo cual se planearon y llevaron a cabo cinco sesiones con un grupo vespertino del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, en las cuales se emplearon diversas herramientas didácticas artísticas así como pedagogía del buen humor para generar un cambio conceptual y de actitud en los alumnos. Los resultados de la evaluación de los estudiantes a lo largo del desarrollo de la propuesta didáctica en sus dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal fueron satisfactorios para cada una de las sesiones en lo referente al desempeño individual y en equipo, lo que demuestra que la estrategia didáctica diseñada logró no sólo el aprendizaje conceptual de los temas, sino además incrementó la motivación del alumnado.

ABSTRACT

This century demands from high school students the necessity to achieve knowledge and abilities to be able to have an active paper into our modern democratic society, where science and technology model our daily life to a great extent. Nevertheless of the great importance of learning science, the main enemy who stalks around is the lack of students' motivation towards scientific signatures. Due to this, it's of vital importance scientific alphabetizes using didactic tools that allow the significant learning through development of the intrinsic motivation in the apprentices. For that reason, the main goal of this work was to design a didactic strategy for Biology education-learning, in particular the subject “Structure and processes in the ecosystem” that allowed the students to learn the discipline content in a significant manner, for which five sessions with in an evening group of the Colegio de Ciencias y Humanidades south establishment were planned and carried out, in which diverse artistic didactic tools as well as humor pedagogy to generate conceptual and attitude change in students. The students evaluation results throughout the development of didactic proposal in their conceptual, procedural and attitudinal dimensions were satisfactory for each one of the sessions with respect to the individual performance and in collaborative work, this demonstrates that the designed didactic strategy obtained not only the conceptual learning of the subjects, but in addition increased in the motivation of the learners.

INTRODUCCIÓN

Educar, no es transmitir una lista de conceptos memorizables a un grupo de alumnos pasivos y obedientes para que pasen exámenes y acrediten materias. Educar es un arte que requiere de grandes dosis de valentía, empeño y pasión. Educar implica cautivar con las maravillas de la sabiduría y, necesita cultivar la creatividad y el diálogo, para conseguir la creación de conocimiento en el estudiantado. Para lograrlo, no basta con que el maestro domine el contenido conceptual de la asignatura a impartir y se presente con la mejor disposición en el aula de clases. Para educar a un grupo de estudiantes de bachillerato y particularmente en materias científicas, es indispensable tener logística, es preciso un plan, una estrategia.

El plan necesario para enfrentar exitosamente el gran reto de enseñar ciencias en la educación media superior, va mucho más allá de la simple secuenciación de temas por analizar a lo largo de un curso. La estrategia imprescindible de un profesor, debe basarse en la edificación de un estupendo barco psicopedagógico, capaz de soportar tanto la carga del contenido científico, como el peso de la tripulación estudiantil adolescente con todo y su muy particular equipaje. Además, para poder navegar con rumbo hacia la anhelada isla de la construcción del conocimiento, la nave debe estar bien provisionada de suficiente armamento didáctico, con la capacidad para hacerle frente al Kraken del desinterés de los alumnos, quien intentará destruir al navío con la fuerza de todos sus poderosos y terriblemente aburridos tentáculos.

La presente tesis de maestría se compone precisamente, de los planos de fabricación de un barco psicopedagógico, cargado con el tema de la estructura y procesos en el ecosistema y, armado con herramientas didácticas artísticas, para poder enfrentar cualquier obstáculo a lo largo del camino hacia la construcción del conocimiento. Y no sólo los planos, este trabajo también incluye la crónica de una aventura timoneando el navío diseñado en un grupo del Colegio de Ciencias y Humanidades amablemente prestado para la realización de esta estrategia. A continuación, se describirá el objetivo general, los objetivos particulares y la hipótesis en la cual se sustenta el diseño de esta tesis, así como una descripción breve del contenido de cada capítulo, para después comenzar propiamente con nuestro viaje, desde el astillero hasta alta mar.

Objetivo general

Diseñar una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la Biología, en particular del tema “Estructura y procesos en el ecosistema”, que permita a los estudiantes de Educación Media Superior, aprender el contenido disciplinar de manera significativa.

Objetivos Particulares

- Generar un aprendizaje significativo de los cuatro subtemas que componen el tema principal:
1) Niveles de organización ecológica: población, comunidad, ecosistema, bioma y biosfera. 2) Componentes del ecosistema: abióticos y bióticos. 3) Dinámica del ecosistema: flujo de energía y ciclos biogeoquímicos. 4) Relaciones intra e interespecíficas. Incluidos en la segunda unidad del temario para Biología II del programa del Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Promover la motivación intrínseca del estudiantado, mediante el empleo de la pedagogía del humor y el diseño de herramientas didácticas que despierten su interés y creatividad como la creación de cuentos, ilustraciones y una obra de teatro.
- Evaluar la eficacia de la estrategia, a partir del cambio conceptual que experimenten los estudiantes, comparando sus ideas previas al inicio de la clase, con lo que aprendieron tanto al final de cada sesión, como a lo largo de todas las sesiones. Así mismo se evaluará el cambio de actitud ante las clases.
- Se pretende que la estrategia didáctica considere la problemática del turno vespertino, así como la necesidad de dar el tema completo en pocas sesiones de clase.

Hipótesis

Si se motiva a los estudiantes a través del empleo de la pedagogía del humor, así como a partir de la movilización del contenido biológico a través de diversas herramientas didácticas artísticas, entonces se podrá generar un cambio conceptual y de actitud en los alumnos de bachillerato.

Capítulo I: El gran reto de enseñar ciencias en el bachillerato

El propósito del primer capítulo, es contextualizar el astillero donde se fabricará el barco psicopedagógico. Por ello a lo largo de la primera sección, se analiza la importancia de enseñar ciencias durante la educación media superior, contrastando el enfoque de la alfabetización científica contra la arraigada educación científica propedéutica. En la segunda parte se habla de la problemática de educar en ciencias durante la difícil etapa del bachillerato. Se cierra el capítulo con la importancia y la problemática de la alfabetización científico-biológica, particularmente en temas de ecología.

Capítulo II: Construcción de un navío eco-psicopedagógico

La finalidad de este capítulo es explorar la carga de la nave, sus planos de edificación y la carta náutica que guiará la aventura, es decir el contenido biológico, el marco teórico psicopedagógico y los modelos de enseñanza empleados. Primero, en la sección de acervo ecológico, se menciona la conceptualización de la ecología, así como las definiciones de los diversos temas del contenido conceptual estudiados durante el desarrollo de la secuencia didáctica. Después, en el siguiente segmento: quilla y cuadernas, se analiza la estructura teórica en la que se fundamenta la tesis: el constructivismo, la motivación y el buen humor en el aula. Finalmente, en la tercera y última sección: carta náutica, se explican los modelos de enseñanza, así como la evaluación utilizados en las sesiones de la estrategia didáctica.

Capítulo III: La expedición

El objetivo del tercer y último capítulo es describir la bitácora de la travesía del barco eco-psicopedagógico en su aventura inaugural en el Colegio de Ciencias y Humanidades, así como describir y analizar los resultados obtenidos a lo largo del camino. En la primera parte: itinerario de navegación, se puntualiza la planeación de cada sesión de la secuencia didáctica. Después en la siguiente sección: evidencias e impresiones del viaje, se muestran y discuten los productos elaborados por los estudiantes durante cada clase. En la tercera sección se expone la evaluación tanto

de los estudiantes como de la maestra practicante. Finalmente en la cuarta sección de este capítulo titulada: remembranza de una épica y cómica batalla, se puntualiza lo sucedido en términos de motivación del alumnado, las conclusiones principales y, se describen algunas sugerencias y estudios posteriores.

CAPÍTULO I

EL GRAN RETO DE ENSEÑAR CIENCIAS EN EL BACHILLERATO

Alfabetización científica *versus* educación científica propedéutica

Para poder afrontar los retos y vicisitudes del siglo XXI, la educación de la población necesariamente debe ser valiente, una educación que permita insertar al estudiantado en una posición consciente y responsable frente a los problemas de su tiempo y espacio, una educación que fomente el diálogo constante así como el análisis crítico de los descubrimientos, métodos y procesos científicos, tecnológicos, políticos, económicos y sociales (Freire, 2011). En estos momentos de coyuntura en que enormes problemas ambientales y de salud forman parte del entorno cotidiano, es necesario que por medio del estudio de ciertas disciplinas científicas como la biología, los alumnos sean capaces de informarse y desarrollar actitudes críticas y decididas que les permitan integrarse a una sociedad que pide de ellos mucha mayor responsabilidad y participación (Guillén 1997). Precisamente debido a las demandas que plantean los nuevos retos educativos para este siglo, es de vital importancia fomentar la alfabetización científica en el alumnado, la cual para Bybee (1997) expresa el más elevado y el más admirable de los objetivos de la educación científica.

La alfabetización científica como finalidad educativa ha sido definida por una pléyade de autores (Bybee, 1997; Hurd, 1998; Chun *et al.*, 1999; DeBoer, 2000; Oliver *et al.*, 2001, Kemp, 2002; Tenreiro-Vieira, 2002; Blanco, 2004; Negrete, 2012) y su significado, no ha sido siempre el mismo como consecuencia del énfasis puesto en sus diversas dimensiones y componentes, que han ido cambiando de una época a otra y, probablemente, podrán variar en el futuro. De acuerdo con estos autores, a pesar de su condición polisémica y en constante transformación, podemos definir a la alfabetización científica como la adquisición de conocimiento y habilidades para tener un papel activo en una sociedad democrática moderna, donde la ciencia y la tecnología modelan en gran medida nuestra vida cotidiana. Por lo que una persona preparada científicamente debe poseer: un bagaje suficiente de conocimientos sobre fenómenos, conceptos y habilidades que le permitan seguir aprendiendo de manera lógica (Tenreiro-Vieira, 2002; Blanco, 2004); la motivación suficiente para seguir aprendiendo ciencia después de la escolarización formal (Acevedo Díaz *et al.*, 2003); y la capacidad para apreciar el valor y las limitaciones de la ciencia, en palabras de Freire:

(...) una educación que lleve al hombre a una posición de intimidad con los problemas que lo rodean, de estudio y no de mera, peligrosa y molesta repetición de fragmentos, afirmaciones desconectadas de sus mismas condiciones de vida, una educación del “yo me maravillo” y no sólo del “yo hago” (2011).

Kemp (2002), agrupa en tres dimensiones los diferentes elementos deseables en la alfabetización científica: a) dimensión conceptual, donde se incluyen los conceptos científicos y las relaciones entre ciencia y sociedad; b) dimensión procedimental, que se refiere a la obtención de la información científica, la aplicación de la ciencia en la vida cotidiana, así como la utilización de la ciencia para propósitos sociales y cívicos; y c) dimensión afectiva, relativa al aprecio e interés por la ciencia.

En armonía con las tríadas que hemos venido analizando, de acuerdo con Blanco (2004) hay también tres razones que justifican la necesidad de la alfabetización científica en la sociedad contemporánea: importancia cultural, social y de utilidad. La primera se refiere a comprender la ciencia como un producto de nuestra cultura, debido a lo cual todos los jóvenes deberían ser capaces de comprenderla y apreciarla. Desde el enfoque social es de suma relevancia mantener una relación armoniosa entre la ciencia y la sociedad, ya que solamente mediante la comprensión pública se puede producir mayor simpatía y apoyo hacia las investigaciones científicas. Finalmente, la tercera razón que plantea el autor, se centra en la utilidad de poseer conocimientos científicos, los ciudadanos bien informados estarán mejor preparados para tomar decisiones más adecuadas entre otros temas sobre su dieta y salud, así como hacer elecciones más apropiadas como consumidores.

Asumir a la alfabetización científica como parte esencial de la educación de todas las personas, implica que la enseñanza de las ciencias no debe limitarse únicamente a la adquisición de conocimiento científico, sino que los objetivos y las capacidades a desarrollar deberán ser más holísticos y tener auténtica relevancia social para el alumnado, incluyendo los valores éticos y democráticos que se ponen en juego cuando intervienen la ciencia y la tecnología en la sociedad (Holbrook, 2000; Acevedo Díaz *et al.*, 2003). Debido a que la ciencia es una actividad social que involucra valores y actitudes, su práctica y el aprendizaje de sus métodos propicia la inclusión sistemática de elementos muy diversos, tales como la aplicación, la diligencia, la creatividad, la imparcialidad, la imaginación, la curiosidad, la apertura hacia nuevas ideas y el escepticismo razonado, toda esa serie de valores que son apreciados no solamente en ámbitos científicos (Guillén

1997). Asimismo, dentro de la literatura referente al tema (Bybee, 1997; Jenkins, 1999; DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Gil y Vilches, 2006; Manassero y Vázquez, 2001; Kemp, 2002), podemos encontrar que muchos especialistas están de acuerdo con que la alfabetización científica es la finalidad más importante de la enseñanza de las ciencias y que es muy diferente a los que se entiende por una formación propedéutica.

Tradicionalmente la educación científica en el ámbito escolar, particularmente en el bachillerato, ha seguido un criterio propedéutico, donde el objetivo históricamente ha sido preparar al alumnado para afrontar los cursos universitarios y, más recientemente para acreditar exámenes de ingreso a la educación superior (Murphy y Beggs, 2003; Vázquez *et al.*, 2005). Este enfoque, ampliamente usado dentro de los programas de educación media superior en nuestro país, presenta tres serios inconvenientes. En primer lugar, la incapacidad de muchos profesores para imaginar otra finalidad diferente a la propedéutica, les lleva a no considerar la necesidad de cambios en los currículos escolares (Furió *et al.*, 2001; Martín Gordillo, 2003). El segundo inconveniente es que los estudiantes no reciben una cultura abierta y creativa, sino que desde el primer momento, la socialización del futuro científico se limita a hechos y conceptos, y a una metodología científica muy estricta donde están ausentes los aspectos sociales, afectivos y emotivos (Vázquez *et al.*, 2005).

Finalmente, el tercer y quizá más grave inconveniente, es el elitismo de la educación científica propedéutica, referido a la pequeña minoría de estudiantes de nivel preparatoria que acaba cursando algún tipo de estudio relacionado con la ciencia, lo cual produce una educación muy asimétrica e incrementa la separación del mundo de las humanidades del mundo científico (Guillén 1997; Acevedo Díaz *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 2005). Debido a que promueve situaciones desiguales en el bachillerato, donde los estudiantes de ciencias siguen recibiendo una importante carga de enseñanza en humanidades, mientras que los estudiantes de humanidades no tienen la posibilidad de incrementar su cultura científica desde una perspectiva humanística, lo que aumenta por mucho la brecha entre los dos mundos. En el clásico pero no por ello anacrónico ensayo *Las dos culturas*, Snow describe mordazmente esta problemática:

(...) las personas no científicas, todavía gustan de pretender que la cultura tradicional es toda la cultura, así como que el orden natural no existe. Entonces el gran edificio de la ciencia moderna se eleva, y la mayoría

de la gente más inteligente en el mundo occidental, comprende de este edificio lo mismo que sus ancestros neolíticos pudieron haber entendido (1959).

En contraste, la alfabetización científica no persigue producir científicos a escala (Guillén, 1997), por lo que lejos de limitarse a instruir sobre aspectos conceptuales, como pretende la educación científica propedéutica, también toma en consideración factores subjetivos y relativos al contexto que influyen en la creación de conocimiento, así como la cultura y la sociedad donde se enseña la ciencia (Vázquez *et al.*, 2005). El objetivo central de la estrategia didáctica diseñada para el presente trabajo de grado, precisamente se basa en la alfabetización científica, ya que no solamente se centra en los conocimientos conceptuales, sino que además le da suficiente peso al componente actitudinal y ético, mediante la construcción de un puente didáctico que acorte la distancia entre las ciencias y las humanidades.

El Kraken a vencer: el desinterés estudiantil

Dar clases es un enorme reto en sí mismo, sin embargo la dificultad del reto depende tanto de la edad de los estudiantes, como de la materia que se pretende enseñar. Intentar educar en ciencias y además en el bachillerato, es una mezcla volátil y complicada que requiere de un esfuerzo colosal. Por un lado tenemos al desarrollo hormonal propio de la adolescencia, que provoca drásticos cambios afectivos observables en la personalidad y la conducta de los jóvenes (Vázquez y Manassero, 2008). Mientras que por otra parte, diversos investigadores (Blades, 2001; Murphy y Beggs, 2003; Frensham, 2004; Vázquez y Manassero, 2008; Pozo y Gómez Crespo, 2009), denuncian que el principal enemigo que acecha actualmente a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, es la actitud negativa de los estudiantes, más específicamente la falta de motivación hacia las materias científicas de los programas escolares a nivel medio y medio superior. Ambos componentes complican por mucho, la dificultad del reto de dar clases, convirtiéndola en una gran batalla contra el temible y voraz Kraken del desinterés estudiantil.

Durante la infancia el alumnado se siente cercano a la naturaleza, por lo que se sorprende y cautiva fácilmente con cualquier fenómeno que se desprenda de ésta (Levin, 1998; Ramsden, 1998). Se tiene un arranque muy positivo con niños de preescolar y primaria, quienes en general se

muestran entusiasmados con la ciencia, sin embargo aproximadamente en torno a los 12 años de edad, la curiosidad e interés naturales de los niños hacia la ciencia comienzan a transformarse en desinterés, aburrimiento y experiencias de fracaso escolar (Murphy y Beggs, 2003). Después, en el transcurso de la educación media y media superior, de acuerdo con Vázquez y Manassero (2008), el problema se acentúa, con lo que el poco interés y entusiasmo termina por ser sustituido casi definitivamente por aburrimiento, ausencia total de motivación, e inclusive algunas veces por miedo. Tal como afirman diversos estudios (Ramsden, 1998; Pell y Jarvis, 2001; Gibson y Chase, 2002; Vázquez *et al.*, 2005), el desinterés hacia las materias científicas crece con la edad de los estudiantes. Incluso algunos autores (Pell y Jarvis, 2001; Murphy y Beggs, 2003), puntualizan que la depresión de las actitudes hacia la ciencia, puede empezar al final de la educación primaria.

Asimismo Speering y Rennie (1996) sugieren que durante la secundaria, la fragmentación de la educación científica en diversas asignaturas diferenciadas como física, química y biología, influye negativamente sobre la percepción que los estudiantes tienen sobre la ciencia. Si a ese dato le agregamos que desde el 2011, el alumnado de secundaria de nuestro país solamente estudia tres asignaturas científicas durante el transcurso de los tres años: biología durante el primer año, física en segundo y química en tercero, la visión negativa sobre la ciencia se agudiza.

Debido a esto, cuando los alumnos llegan al bachillerato, las emocionantes y curiosas preguntas que se hacían durante la niñez son reemplazadas por preguntas más cínicas, como: “*¿Este tema viene en el examen? ¿Cómo se relaciona este curso con mi vida?*” (Blades, 2001). De la misma manera, hay actitudes estudiantiles comunes hacia la ciencia como: “*La ciencia me asusta. Es un área que hace pasar vergüenza. Hace que la gente se sienta tonta, mala, enojada*” (Appelbaum y Clarck, 2001). La imagen negativa de la ciencia en la mente de los estudiantes que la califican de autoritaria, aburrida, difícil e irrelevante para la vida diaria, incrementa la depresión actitudinal hacia la ciencia (Vázquez y Manassero, 2008). Otra fuente de frustración y desencanto es generada por la percepción de la ciencia y la tecnología como responsables de los más graves problemas medioambientales y sociales (Vázquez *et al.*, 2005). Además, los estudiantes tienden a sentir una distancia infranqueable entre su propia capacidad y la de los genios (los científicos) que aparecen en sus libros de texto (Negrete, 2012). Como humorísticamente describen Pozo y Gómez Crespo:

(...) los jóvenes a diferencia de Adán y Eva, se mantienen bastante alejados de la tentación del árbol de la ciencia y cuando prueban sus jugosos frutos no parecen disfrutar de ellos en exceso (2009).

El grave problema de la depresión de actitudes ante la ciencia durante el bachillerato tiene por supuesto, múltiples causas. Una de las más importantes como mencionábamos en la sección anterior, es el enfoque propedéutico de la educación media superior, ya que esta perspectiva en lugar de dedicarse a la exploración, la comprensión y la reflexión sobre la ciencia, se ocupa excesivamente por preparar los exámenes, lo cual afecta negativamente el interés hacia la ciencia (Morphy y Biggs, 2003; Vázquez *et al.*, 2005). La falta de trabajo práctico durante las clases, o el uso de prácticas de laboratorio que tienen poco o nulo parecido con las prácticas reales científicas, es también causa del aumento en el desinterés hacia materias de ciencias (Blades, 2001; Murphy y Beggs, 2003). Otra causa es que los maestros tienden a presentar a la ciencia como un conjunto de datos, a menudo excesivamente detallados, por lo que en consecuencia, los jóvenes terminan memorizando las rutas bioquímicas del ciclo de Krebs o la tabla periódica de los elementos químicos para olvidarlas al poco tiempo (Blades, 2001). Como indica Negrete (2012), la tarea de aprender uno por uno los hechos y los procesos hace del aprendizaje algo laborioso, aburrido e ineficiente.

En algunas investigaciones (Blades, 2001; Vázquez y Manassero, 2008; Pozo y Gómez Crespo, 2009), se menciona que además de la falta de interés, los estudiantes tienden a adoptar en clase posiciones pasivas, esperan respuestas en lugar de formularlas, asumen que el trabajo intelectual es una actividad individual y, consideran a la ciencia como un conocimiento desligado de repercusiones sociales. De acuerdo con estos autores, esta imagen de la ciencia, que en rigor no corresponde con lo que verdaderamente hacen los científicos, si bien no siempre se hace de forma explícita, se mantiene y refuerza mediante la actividad cotidiana en el aula. Lo cual erosiona aún más la depresión de actitudes ante la ciencia.

Vázquez y Manassero (2004) resumen que la frustración que viven los estudiantes ante la ciencia escolar proviene principalmente de cinco causas:

1. Currículos excesivamente recargados, no actualizados y poco relevantes.
2. Contenidos difíciles y aburridos.

3. Profesorado poco innovador para incorporar a la educación científica mejoras en la metodología, en los contenidos, en la aplicación de las tecnologías de la información, etc.
4. Imagen estereotipada de la ciencia y la tecnología, así como de los científicos.
5. Fuerte contraste entre la ciencia que muestran los libros de texto y la actual tecno-ciencia de la vida cotidiana.

Mientras que desde la perspectiva de los docentes en ciencias, de acuerdo con Pozo y Gómez Crespo (2009), el panorama también es muy desalentador, ya que los profesores no solamente se enfrentan a dificultades conceptuales a través de ideas previas erróneas de los estudiantes casi imposibles de modificar, sino que los alumnos además tienen muchos problemas en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propios del trabajo científico. Estos autores afirman que los cuatro problemas más importantes en la educación científica son:

1. Escasa comprensión de los temas estudiados.
2. Escaso interés en los temas abordados.
3. Escaso interés en los conceptos aprendidos.
4. Escaso control metacognitivo de los alumnos sobre sus propios procesos de aprendizaje.

Una vez que hemos analizado el grave problema de la depresión de las actitudes hacia la ciencia así como sus causas, nuestra obligación como docentes es hacerle frente a la situación. Si uno de los objetivos de la enseñanza de la ciencia es contribuir a que los alumnos modifiquen su visión del mundo, es necesario considerar la manera en que se puede lograr ese objetivo (Blades, 2001; Guillén, 1997). No podemos dar por supuesto de antemano que los estudiantes estén interesados en aprender ciencia, uno de los objetivos de la educación científica debe ser precisamente despertar en ellos ese interés (Vázquez *et al.*, 2005; Vázquez y Manassero, 2008; Pozo y Gómez Crespo, 2009).

Como mencionamos en la sección anterior, la selección de contenidos para lograr una alfabetización científica exitosa, de acuerdo con Kemp (2002) debe incluir las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal. Asimismo, si el principal enemigo que acecha la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el bachillerato es precisamente la falta de interés de los estudiantes (Blades, 2001; Murphy y Beggs, 2003; Frensham, 2004; Vázquez y Manassero, 2008; Pozo y

Gómez Crespo, 2009), entonces es un asunto de suma relevancia que la educación en ciencias promueva el cambio en las actitudes negativas de los alumnos, es necesario que el docente se esfuerce y fomente el aprendizaje de contenidos actitudinales.

Tradicionalmente, los contenidos actitudinales son los más difíciles de abordar, ya que es mucho más fácil explicar cualquier concepto científico por más complejo que sea, que promover valores y actitudes en el estudiantado. Es por ello que en el capítulo II, se analizará a profundidad el componente actitudinal, ya que como bien indica Quino:

(...) para enseñar se necesita saber, pero para educar se necesita ser (1974).

Enseñanza de la ecología en la clase de biología

Es difícil decidir cuáles deben ser los conocimientos y habilidades que caracterizan a las personas científicamente alfabetizadas, es un asunto aún abierto y que quizá no tenga una respuesta estable en el tiempo (Kemp, 2002). Sin embargo para el caso particular de la biología, actualmente se tiene claro cuáles deben ser los aprendizajes esperados tanto en la dimensión conceptual, como en la procedimental y la actitudinal. En lo relativo a los aprendizajes conceptuales, la biología debe proporcionar a los estudiantes de bachillerato, conocimientos elementales pero a la vez suficientes, para reconocer la unidad y diversidad de los seres vivos, comprender los aspectos básicos relacionados con su estructura y funcionamiento, así como identificar las relaciones que los seres vivos establecen con el medio en el que viven y sus diversos cambios en el tiempo (Banet, 2000; Paz, 2006; Solís y Vaudagna, 2006; Bermúdez, 2007; Bermúdez y De Longhi, 2008). Por lo tanto, de acuerdo con estos autores, los conceptos biológicos que los estudiantes de educación media superior, deben comprender a cabalidad son: célula, organismo vivo, nutrición, reproducción, interacción biótica, ecosistema y evolución.

En cuanto a la dimensión de los aprendizajes procedimentales Bermúdez y De Longhi (2008), argumentan que la alfabetización científico-biológica debe destacar los siguientes procedimientos:

- a) De comunicación y toma de decisiones personales y colectivas: dialogar, argumentar, debatir, negociar, moderar, etc.
- b) De interacción cognitiva de la persona con la naturaleza.
- c) De elaboración/transformación de la información: ordenar, clasificar, inventar, etc.
- d) De reconocimiento y formulación de problemas.

En referencia a los aprendizajes actitudinales, de acuerdo con Cañal de León (2004), la biología debe fomentar una aproximación sucesiva a las actitudes científicas y, especialmente, interés por la conservación del entorno natural, los ecosistemas y la biodiversidad; solidaridad con los demás seres vivos y protección de otras formas de vida como: cuidado de especies amenazadas, mantenimiento de hábitat, tolerancia con especies que pueden resultarnos molestas, etc. Tal como indicábamos en la sección anterior, educar en actitudes requiere de algo más que conocimiento. La educación en valores no se logra tanto mediante la persuasión con discursos éticos o morales, como trabajando a partir de actitudes y conductas concretas (Pozo y Gómez Crespo, 2009). Es prácticamente imposible intentar enseñar a los estudiantes el respeto por el medio ambiente, si al mismo tiempo el maestro no da señales de respetar el sitio donde vive, la enseñanza de contenidos actitudinales debe ser congruente y constante, se trata de educar con el ejemplo.

De acuerdo con el enfoque de alfabetización científico-biológica, que ha de ser el predominante en la educación escolar obligatoria, son prioritarios los objetivos de enseñanza que se refieran al desarrollo de capacidades e instrumentos cognitivos y afectivos necesarios para que el alumnado comprenda, se posicione personalmente y actúe ante las problemáticas socio ambientales que incluyen componentes de conocimiento biológico (Castillo *et al.*, 2002; Cañal de León, 2004). Por lo que educar bajo esta perspectiva implica, intentar que los estudiantes desarrollen comportamientos personales adecuados, adquieran ciertos hábitos de trabajo propios de la ciencia, y sean capaces de valorar la repercusión social de la ciencia (Banet, 2000).

La estrategia didáctica diseñada para este trabajo, versa sobre uno de los ejes fundamentales de la biología: la ecología, particularmente de la estructura y procesos en el ecosistema. Aunque analizaremos a conciencia la conceptualización y epistemología de esta rama de biología en el

capítulo II, a continuación mencionaremos la importancia y problemática de enseñar ecología en el bachillerato.

Enseñar fundamentos básicos de ecología durante la educación media superior es de suma relevancia, ya que aporta elementos fundamentales al debate social como una visión biocéntrica que ayuda a superar el antropocentrismo tan extendido en nuestra cultura (García, 2002). Promueve la crítica a la lógica económica dominante del pensamiento de nuestra sociedad (García, 2003). Es una fuente de conocimiento que permite la generación de una concientización ambiental en el estudiantado, capaz de inculcar los valores y actitudes necesarios para llevar cabo acciones de protección al ambiente (Castillo *et al.*, 2002; Vega y Álvarez, 2005). Asimismo, como afirman Bermúdez y De Longhi (2008), cuando verdaderamente se comprenden conceptos ecológicos se puede hacer un uso social y político de dicho conocimiento, con lo que la ecología se vuelve un tema apasionante, lo cual se traduce en la aplicación, traducción, predicción, resolución, argumentación y la elaboración de inferencias, para intervenir como ciudadanos en las decisiones que afectan los derechos e intereses individuales y colectivos.

La necesidad de educar en aspectos ecológicos es urgente, sobre todo cuando se consideran casos como los mencionados en los ahora clásicos trabajos de Hawken (1993) y de Nabhan y Trimble (1994). En el primer estudio, Hawken encontró que la mayoría de los norteamericanos pudieron identificar cientos de logos corporativos pero menos de diez especies vegetales nativas. Mientras que el trabajo de Nabhan y Trimble, puso en evidencia que los adolescentes de Los Ángeles, fueron capaces de nombrar con mayor probabilidad de éxito un arma automática por el sonido de su disparo, que un ave por su canto. Casi 15 años después Bermúdez (2007), registra que las ideas previas del alumnado sobre la diversidad biológica que los rodea no han mejorado, por el contrario, el conocimiento del ambiente se reduce mientras más urbanizados estén los estudiantes.

A pesar de su enorme importancia, la ecología tiene la constante mala suerte de ubicarse al final del programa en diversos sistemas de bachillerato en nuestro país. Basta echarle una ojeada al programa del bachillerato de la SEP, al de la Escuela Nacional Preparatoria o al del Colegio de Ciencias y Humanidades, para verificar que, los fundamentos básicos de ecología son seleccionados como último tema y no dentro de todos los cursos de biología. Además, debido a la gran carga

temática de estos programas, la cantidad de horas planeadas para cubrir todas las unidades, generalmente no coinciden con las dilatadas horas que son finalmente destinadas al estudio de cada tema, por lo que el tiempo dedicado a enseñar ecología al final del año o semestre, se reduce drásticamente.

Conjuntamente a la poca cantidad de tiempo, la enseñanza de la ecología en el nivel medio superior de acuerdo con Álvarez y Rivarosa (2000) y Espejel y colaboradores (2012), presenta algunos inconvenientes dentro de los tres tipos de contenidos. Los contenidos conceptuales generalmente se formulan como hechos, no como problemáticas ambientales. Por su parte los contenidos procedimentales, no suelen considerarse como parte del significado de conocer, simplemente se toman en cuenta la recopilación de información o el trabajo de laboratorio rutinario resumido en las famosas y temidas prácticas de laboratorio. Mientras que los contenidos actitudinales, de acuerdo con estos autores, sólo se enuncian, no se les concede la importancia que tienen para mitigar problemáticas ambientales, no se contextualizan contextos socio-históricos que favorezcan la configuración y solución a la situación ambiental, y disminuyan la creencia que la solución de los problemas ambientales reside única y exclusivamente en los que gobiernan, en lo que actúan, en los que toman decisiones políticas y económicas.

Con esta serie de inconvenientes, sólo se alcanza, en el tratamiento áulico, un nivel de profundidad declarativo sobre los temas ambientales (Espejel *et al.*, 2012). Como menciona García (2003), no basta reconocer, la existencia de un problema ambiental y entender sus causas sociales, también hay que entender los procesos ecológicos subyacentes. Por otro lado, si los estudiantes solamente aprenden conceptos, no podrán comprender las redes semánticas que dan fundamento a los acontecimientos del medio ambiente bajo estudio, debido a lo cual, a menudo, pueden asumir pensamientos y comportamientos eco-fóbicos cuando el tratamiento didáctico pone el énfasis en las secuelas de los problemas (lo que generalmente sucede con temas como contaminación, desertificación, extinción, entre otros), más que en sus causas o las posibles soluciones a estos problemas (Bermúdez y De Longhi, 2008).

Considerando todos los problemas antes mencionados, la estrategia didáctica del presente trabajo fue diseñada para enseñar los conceptos conceptuales, procedimentales y actitudinales de

manera equilibrada. De tal manera que el alumnado no solamente pueda comprender algunos conceptos ecológicos, sino que también logre relacionarlos tanto con su vida cotidiana como con problemas ambientales globales. En las palabras de Bermúdez y De Longhi:

Como docentes, tenemos en nuestras manos la tarea de formar personas que no sólo posean “conciencia ecológica” sino también “conocimiento ecológico”, sólo así empezaremos a generar el cambio que todos anhelamos (2008).

CAPÍTULO II

CONSTRUCCIÓN DE UN NAVÍO ECO-PSICOPEDAGÓGICO

Acervo ecológico

¿Qué es la ecología?

La genealogía de esta ciencia, puede remontarse tan lejos como a unos 300 años a.C., a partir de los escritos de un discípulo de Aristóteles, Theophrastus, sobre las relaciones entre los organismos y el medio ambiente (Bermudez y de Longhi, 2008). Sin embargo, no fue sino hasta 1869 que el término ecología se utilizó por primera vez por Ernest Haeckel, quien la describe como el estudio científico de las interacciones entre los organismos y su medio ambiente (Begon *et al.*, 2006).

Tradicionalmente, la ecología se ha debatido entre varias líneas de pensamiento o paradigmas (Pickett *et al.*, 1994). Una, que podemos asociar a los planteamientos de la demografía (Terradas, 2001), pone el acento en los organismos y puede resumirse en la definición de la ecología de Andrewartha y Birch (1954) y de Krebs (1972) como el estudio científico de las interacciones que determinan la distribución y la abundancia de los organismos. Otra, con claro enfoque hacia las relaciones funcionales que se dan entre los seres vivos, y en un intento de abordar tanto las comunidades como los ecosistemas, es la que brinda Odum (1971): “la ecología es el estudio de la relación de los organismos o agrupaciones de organismos con su ambiente”.

Begon y colaboradores (2006) mencionan que esta ciencia adopta metodologías y construcciones teóricas particulares de acuerdo al nivel de organización que se trate. Si es a nivel de organismo, se ocupa del modo en que los individuos se ven afectados y cómo influyen en su ambiente biótico y abiótico; si se trabaja al nivel de población, la ecología se ocupa de la presencia o ausencia de unas especies determinadas, de su abundancia o escasez, y de las oscilaciones y fluctuaciones de su número. Si se trabaja con comunidades, el objetivo será estudiar su composición y estructura, y las vías seguidas por la energía, los nutrientes y otros productos químicos a medida que atraviesan por ellas.

Debido a ello, Likens (1992) propone adoptar una concepción más pluralista y abarcadora, entendiendo a la ecología como el estudio científico de los procesos que influyen en la distribución y abundancia de los organismos, las interacciones entre ellos y las interacciones entre los organismos y la transformación y los flujos de la materia y de la energía. En la actualidad, la ecología no deja de ser una ciencia con paradigmas coexistentes, teorías provisorias, diferentes visiones del mundo y extensos debates teóricos y metodológicos (Korfiatis, 2005). Como ciencia empírica que es, la ecología debe lidiar con el carácter provisional de sus hipótesis en el ámbito tanto educativo como científico (González del Solar y Marone, 2001).

Además, la ecología presenta de acuerdo con Naess (2005) dos líneas filosóficas: la ecología superficial y la ecología profunda. Después de la Segunda Guerra Mundial, el impacto de la sociedad industrial se hizo cada vez más evidente, la contaminación del aire y las aguas, los efectos secundarios de los pesticidas y los residuos radiactivos en las cadenas tróficas y la salud humana, así como el agotamiento de los recursos naturales (en particular, madereros, pesqueros, y la disminución de las reservas de petróleo) constituyeron sus síntomas más manifiestos. Frente a esta sintomatología Naess señala que las ciencias ambientales reaccionaron principalmente procurando remediar los síntomas, sin embargo esta aproximación no abordaba las causas sociales y culturales responsables de tales síntomas, por lo que se le denominó “ecología superficial”, porque estas ciencias no cuestionan el sistema político, económico y de valores que genera los grandes problemas ambientales.

En contraste con esta aproximación, Naess (2005) se refiere a la “ecología profunda” para caracterizar un acercamiento que aborda no solo los síntomas sino también las causas culturales subyacentes a la crisis ambiental, criticando los sistemas políticos, estilos de vida y valores éticos de la sociedad industrial. Esta visión está desencantada con el modelo de desarrollo, la falta de solidaridad entre las naciones, entre los seres humanos entre sí y entre los humanos y otros seres vivos, y procura cambios culturales y políticos que conduzcan hacia una ética social y ecológicamente virtuosa (Rozzi, 2007). Por lo que el presente trabajo procura mantenerse dentro de la línea de la ecología profunda.

Estructura y procesos en el ecosistema

El tema “Estructura y procesos en el ecosistema”, se encuentra dentro de la segunda unidad titulada “¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?”, ubicada dentro del programa de Biología II del Colegio de Ciencias y Humanidades materia impartida durante el cuarto semestre del bachillerato. Dicho tema se compone de los siguientes subtemas: a) Niveles de organización ecológica: individuo, población, comunidad, ecosistema y biosfera; b) Componentes del ecosistema: abióticos y bióticos; c) Relaciones intra e interespecíficas; y d) Dinámica del ecosistema: flujo de energía y ciclos biogeoquímicos. Estos cuatro subtemas, integran el contenido disciplinar enseñado a los estudiantes a través de la estrategia didáctica diseñada para el presente trabajo de tesis y, son analizados a detalle en las siguientes secciones.

Niveles de organización ecológica

La vida se encuentra organizada en diferentes niveles de complejidad, desde las moléculas orgánicas que constituyen a los seres vivos como los lípidos, las proteínas y el ADN, hasta la biosfera en su conjunto (Carabias *et al.*, 2009). La ecología es una ciencia biológica que se encarga de estudiar los niveles superiores de organización de la vida: individuo (autoecología), poblaciones (ecología de poblaciones), comunidades (sinecología), ecosistema y biosfera (ecología de ecosistemas).

Los conceptos de los niveles de organización ecológica que se manejaron durante el desarrollo de la estrategia didáctica, se basaron en las definiciones de Odum (1971), Krebs (1972) y Begon *et al.* (2006), procurando redactarlos de manera más amable y familiar en un intento de propiciar un aprendizaje significativo de estos conceptos ecológicos.

Individuo: Cada ser vivo perteneciente a una especie determinada.

Población: Conjunto de individuos de la misma especie, que conviven en un mismo tiempo y espacio y tienen descendencia.

Comunidad: Conjunto de poblaciones de diferente especie, que conviven en un mismo tiempo y espacio y mantienen interacciones entre sí (competencia, depredación, parasitismo, mutualismo, etc.).

Ecosistema: Sistema conformado por las comunidades de seres vivos y su entorno abiótico, dentro del cual ocurren movimientos de materia y energía.

Biosfera: Conjunto de ecosistemas que conforman toda la vida del planeta.

En contraste con dichos conceptos, las ideas previas del alumnado de educación media superior, encontradas dentro de la literatura referente al tema de niveles de organización ecológica, se destacan en la tabla 2.3.

Concepto	Ideas previas
Individuo	El individuo es una persona (Berzal y Barberá, 1993)
Población	La población es un conjunto de varias especies (Berzal y Barberá, 1993) La población es dónde viven los individuos (Berzal y Barberá, 1993)
Comunidad	Una comunidad vive junta, tiene las mismas ideas y razona en conjunto (Adeniyi, 1985) Una comunidad son los componentes abióticos y bióticos (Adeniyi, 1985)
Ecosistema	Es un “trozo” de naturaleza, de límites rígidos (Groves y Pough, 2002) Ecosistema restringido a seres vivos (Jiménez Aleixandre, 2003)
Biosfera	Sitio donde viven todos los seres vivos (Manzanal y Casal Jiménez, 1995)

Tabla 2.3 Ideas previas de alumnos de educación media superior acerca de los niveles de organización ecológica.

Dentro de la presente estrategia didáctica, se profundizó sobre todo en el concepto de ecosistema, así como sobre su relevancia en términos ecológicos, compartiendo con los estudiantes los siguientes puntos de reflexión sobre el concepto de ecosistema:

1. Acepta la complejidad de la naturaleza
2. Es incluyente
3. Tiene un enfoque holístico
4. Es el escenario de los eventos evolutivos
5. Es la unidad de conservación de la naturaleza

Componentes del ecosistema

En la naturaleza los organismos no se encuentran aislados, sino que se mantienen en constante interacción unos con otros y con el espacio que los rodea (Carabias *et al.*, 2009). El medio ambiente de acuerdo con esos autores está integrado por la interacción con otros seres vivos y con las condiciones físicas y químicas particulares del sitio donde se encuentran. Como parte del medio ambiente se distinguen dos conjuntos de factores: los factores abióticos y los factores bióticos. Las características del medio ambiente son un tema de interés para la ecología debido a que afectan el desempeño de los organismos y determinan sus probabilidades de sobrevivir y reproducirse.

Los conceptos de factores abióticos y bióticos tratados durante la estrategia didáctica, son una adaptación de las conceptualizaciones elaboradas por Begon *et al.* (2006) y Carabias y colaboradores (2009):

Factor abiótico: Condiciones físicas y químicas del ambiente, como la humedad, la radiación solar, la temperatura, la salinidad, etc.

Factor biótico: Factor relacionado con la presencia de otros organismos.

Las ideas previas o concepciones alternativas del estudiantado de educación media superior acerca de estos factores, son escuetas y confusas como se observa en la tabla 2.4.

Concepto	Ideas previas
Factor abiótico	Los que no tienen vida (Lacreu, 1997)
Factor biótico	Los que tienen vida (Lacreu, 1997)

Tabla 2.4 Ideas alternativas de estudiantes de educación media superior acerca de los factores bióticos y abióticos.

Los factores abióticos determinan cuáles organismos se encontrarán o no dentro de un ecosistema. Como indican Carabias y colaboradores (2009), las condiciones abióticas que permiten la vida de los organismos de diferentes especies, están relacionados con su fisiología, la cual establece el grado de tolerancia y los requerimientos particulares de cada organismo, ante condiciones abióticas dadas. Asimismo, la fisiología de cada organismo está determinada por un conjunto de reacciones orgánicas complejas, que las fuerzas evolutivas han modelado a lo largo del

tiempo. Como resultado de dicho modelado, los organismos que encontramos en un lugar particular, están adaptados a su ambiente. Además, la presencia de otros organismos también afecta el desempeño, la abundancia, la distribución y la diversidad de los seres vivos (Begon *et al.*, 2006). Los factores bióticos están representados por las interacciones que mantienen los seres vivos unos con otros, las cuales serán analizadas en la siguiente sección.

Para conceptualizar y contextualizar tanto a los factores abióticos como a los factores bióticos dentro del ecosistema, se sugirió al estudiantado la analogía que define el ecosistema como una obra de teatro donde los actores (factores bióticos) interactúan entre sí y con el escenario que los rodea (factores abióticos).

Relaciones intra e interespecíficas

Begon *et al.* (2006) y Carabias *et al.* (2009) afirman que las interacciones ecológicas se clasifican en cinco tipos, dependiendo del efecto que provocan, ya que este efecto puede ser positivo, negativo o neutro:

- a) La competencia es una relación tipo $-,-$ ya que causa efectos negativos sobre los organismos que interactúan.
- b) La depredación es una interacción de tipo $+,-$ debido a que genera efectos positivos para los depredadores, pero negativos para las presas.
- c) El mutualismo es una relación de tipo $+,+$ ya que ambos participantes se benefician entre sí.
- d) El amensalismo es una interacción de tipo $0,-$ en donde un organismo es afectado mientras que el otro no es afectado ni positivamente ni negativamente.
- e) Finalmente el comensalismo es una relación de tipo $0,+$ en donde un organismo no es afectado y el otro se beneficia de la interacción.

Los conceptos sobre los cinco diferentes tipos de interacciones bióticas incluidos dentro de la estrategia didáctica, son una adaptación de las conceptualizaciones elaboradas por Begon *et al.* (2006) y Carabias y colaboradores (2009):

Competencia: Interacción biótica $-,-$ que sucede entre organismos que necesitan los mismos recursos, los cuales se encuentran disponibles en cantidades limitadas.

Competencia intraespecífica: Ocurre entre organismos de la misma especie, por ello puede ser muy intensa ya que los organismos requieren de los mismos recursos.

Competencia interespecífica: Sucede entre organismos de diferente especie que aprovechan el mismo recurso.

Depredación: Interacción biótica +,- que ocurre cuando un organismo se alimenta de otro.

Depredación verdadera: Tipo de depredación, donde el depredador consume presas.

Herbivoría: Tipo de depredación, donde el depredador consume plantas.

Parasitosis: Tipo de depredación, donde un organismo se alimenta de otro llamado hospedero, sin llegar a matarlo.

Mutualismo: Interacción biótica +,+ donde las dos especies involucradas se benefician de la relación.

Amensalismo: Interacción biótica 0,- donde uno de los participantes se ve afectado negativamente, mientras que el otro no es afectado ni beneficiado.

Comensalismo: Interacción biótica 0,+ donde uno de los participantes se beneficia de la relación, mientras que el otro no es afectado ni beneficiado.

Dinámica del ecosistema

La estructura trófica de acuerdo con Begon *et al.* (2006) y Carabias *et al.* (2009), es una propiedad emergente ecosistémica, que se refiere a la manera en que se organizan los organismos dentro de un ecosistema de acuerdo con el tipo de alimento que consumen. Los conceptos acerca de la estructura trófica que se analizaron con los estudiantes dentro del presente trabajo de grado, son adaptaciones de esos autores:

Productores primarios: Nivel trófico donde se ubica a todos los organismos fotosintéticos.

Consumidores primarios: Nivel trófico donde se incluye a todos los organismos que se alimentan de productores primarios (herbívoros).

Consumidores secundarios: Nivel trófico donde se ubica a todos los organismos que se alimentan de consumidores secundarios (carnívoros).

Descomponedores: Nivel trófico que incluye a todos los microorganismos que se alimentan de la materia orgánica muerta producida por todos los demás niveles tróficos.

Nivel trófico: Posible actividad alimentaria de un organismo dentro de la cadena alimentaria.

La energía almacenada en los tejidos de los productores primarios es la base para alimentar a todos los organismos heterótrofos incapaces de producir energía a partir del Sol. Asimismo, algunos organismos conocidos como omnívoros, dentro de los cuales se incluye al hombre, consumen tanto plantas como animales, por ello ocupan dos niveles tróficos dentro de la cadena alimentaria. Existen diferentes modelos que procuran representar el paso de energía entre un nivel trófico y otro dentro de un ecosistema, en la presente estrategia didáctica, se analizaron tres modelos, adaptados de Carabias *et al.* (2009):

Cadena trófica o cadena alimentaria: Esquema lineal que indica el paso de energía de una especie a otra dentro de un ecosistema.

Pirámide trófica: Esquema lineal que representa el decremento de la productividad, al avanzar hacia los niveles tróficos superiores

Red trófica: Esquema no lineal de cadenas tróficas entrelazadas, que representa a muchos organismos que consumen una amplia diversidad de alimento.

Otra propiedad emergente del ecosistema que se analizó en la presente estrategia didáctica, fue la productividad primaria, debido a que es una variable de suma relevancia al representar la tasa a la que se produce la energía alimenticia necesaria para el sostén de todos los organismos heterótrofos (Begon *et al.*, 2006). El concepto analizado con el alumnado, fue una adaptación de dichos autores, con los ejemplos de la tabla 2.5 tomados de Carabias y colaboradores (2009):

Productividad primaria: Velocidad de fijación de materia y energía llevada a cabo por la fotosíntesis de los productores primarios.

Ecosistema	Velocidad de fijación (g/ m ² /año)
Arrecife	2,500
Selva tropical	2,200
Bosque templado	1,300
Desierto de cactáceas	700
Mar abierto	125
Dunas de arena	90

Tabla 2.5 Ejemplos de productividad primaria en algunos ecosistemas del mundo (Carabias *et al.*, 2009).

Asimismo se repasaron algunos conceptos de física para profundizar más sobre el paso de energía entre un nivel trófico y otro, de acuerdo a las afirmaciones de Máximo y Alvarenga (1997):

Energía: Capacidad para producir un trabajo.

Primera ley de la termodinámica: La energía no se crea ni se destruye, solamente se transforma.

Segunda ley de la termodinámica: Ningún trabajo es cien por ciento eficiente.

Estos conceptos físicos son importantes, ya que explican la dinámica del flujo de materia y energía dentro de los ecosistemas. Debido a que ningún trabajo es cien por ciento eficiente, la cantidad de energía que puede pasar de un nivel trófico al inmediato superior, no será igual a la cantidad de energía producida dentro de ese nivel. De acuerdo con la ley del 10% (Carabias *et al.*, 2009), si la productividad de los productores primarios es de 100 kJ/m²/año, se espera que la productividad de los herbívoros sea de 10 kJ/m²/año y que la de los carnívoros, sea de únicamente 1 kJ/m²/año. Esta ley se adaptó del concepto de Carabias y colaboradores (2009), como:

Ley del 10%: Únicamente el 10% de la energía producida por un nivel trófico, está disponible para el nivel trófico superior.

Además se analizó que de acuerdo con la primera ley de la termodinámica, la materia no se crea ni se destruye, sin embargo sí puede salir y entrar del ecosistema. Las rutas para que la materia entre y salga del ecosistema, se muestran en la tabla 2.6.

Rutas de ingreso de materia al ecosistema	Rutas de salida de materia del ecosistema
Ríos	Ríos
Caída de partículas de la atmósfera	Liberación de gases a la atmósfera
Inmigración de animales y dispersión de semillas	Emigración de animales y dispersión de semillas
Fijación de N por bacterias y hongos del suelo	Erosión
Intemperismo y contaminación	Actividad antropogénica de extracción o cosecha de materiales y seres vivos

Tabla 2.6 Ejemplos de entrada y salida de energía del ecosistema, adaptado de Carabias *et al.* (2009).

Los mecanismos de movimiento de la materia son tanto de naturaleza biótica, como de naturaleza abiótica. Esto implica que en la dinámica del flujo de materia dentro de un ecosistema, intervienen procesos biológicos, geológicos y químicos, es por ello que se les denomina ciclos biogeoquímicos. De acuerdo con Begon *et al.* (2006), existen dos tipos básicos los ciclos sedimentarios donde se ubican los ciclos del fósforo y del potasio y, los ciclos atmosféricos donde se localizan los ciclos del agua, del nitrógeno y del carbono (Apéndice VI).

Quilla y cuadernas

Constructivismo

La estrategia didáctica diseñada para el presente trabajo de grado, se basa en la teoría del aprendizaje constructivista, cuya tesis fundamental afirma que todo el conocimiento de la realidad es una construcción del sujeto cognoscente, quien edifica activamente su aprendizaje a partir de la interacción con el ambiente y con sus esquemas personales previos (Vigotsky, 1930; Piaget, 1978; Ausubel *et al.*, 1983; Perkins, 1997; Carretero, 2002; Arnold, 2003; Pozo, 2006; Soler, 2006; Coll *et al.*, 2007). Por lo que aprender desde la visión constructivista no es copiar o repetir la realidad, sino reelaborarla y resignificarla, tal como lo menciona Pozo:

(...) sujeto y objeto se construyen mutuamente, de modo que no es sólo que la representación que el sujeto tiene del mundo sea una construcción personal, sino que, a su vez, cada persona se construye a partir de la interacción con diferentes mundos y objetos, de tal modo que las estructuras cognitivas desde las que nos representamos son, en buena medida, el resultado de este proceso de aprendizaje constructivo. No construimos sólo los objetos, el mundo que vemos, sino también la mirada con la que lo vemos, nos construimos también a nosotros mismos como sujetos de conocimiento (2006).

Coll y colaboradores (2007), sugieren que en este proceso de aprendizaje no sólo se modifica lo que ya se conocía, sino que también se interpreta la nueva información de forma particular, de manera que pueda integrarse y hacerse propio; cuando sucede dicho proceso se dice que el aprendizaje es significativo, debido a que el estudiante construye un significado propio y personal para un objeto de conocimiento. Desde esta visión, todo el aprendizaje es parte del descubrimiento personal, donde el estudiante se mantiene como un actor activo, autorregulado, reflexivo e intrínsecamente motivado en la interpretación del objeto de conocimiento, mientras que el docente tiene un importante papel como promotor y facilitador del proceso de aprendizaje que se vive dentro y fuera del aula (Ordóñez, 2004; Soler, 2006; Coll *et al.*, 2007).

Ahora el maestro no tiene que llenar al alumno de datos que puede encontrar en cualquier libro o en cualquier página de internet, el maestro debe ser un promotor de la crítica que propicie formar un juicio propio en sus alumnos porque, sin él, tendrán muchos datos, pero no sabrán qué hacer con ellos, no podrán tomar decisiones a partir de los mismos (Arechavala, 2003). Por lo que en este sentido de acuerdo con Soler (2006), el constructivismo está fuertemente enraizado en una

pedagogía humana crítica al abandonar el papel tradicional autoritario del docente. Lo cual aporta una relevante ventaja, ya que cuando es el propio estudiante quien construye la solución a los problemas, la tarea académica tiene significado, es autorregulada y produce mayor satisfacción (Gruender, 1996).

De acuerdo con esta perspectiva, jamás dos docentes o dos situaciones de enseñanza serán iguales, debido a que la epistemología constructivista niega tanto el principio de equipotencialidad como el principio de correspondencia, propios de las teorías de aprendizaje asociativo (Arnold, 2003; Pozo, 2006; Soler, 2006). El principio de equipotencialidad, afirma que todos los ambientes calculan de la misma manera, ya que todos los elementos que los componen inicialmente son intercambiables entre sí, mientras que el principio de correspondencia, mantiene que los conocimientos o conductas generados de manera asociativa, son un reflejo del ambiente. Según Pozo (2006), la tesis central constructivista niega ambos principios, al afirmar que todo aprendizaje se basa en los conocimientos previos del sujeto que son específicos de dominio y propios de cada sujeto y, que además, al ser un proceso de construcción personal, no puede ser un reflejo del mundo.

Asimismo Pozo (2006) afirma que el aprendizaje asociativo se basa en cálculos estadísticos de la probabilidad de ocurrencia de los sucesos, lo que permite que el mundo sea predecible y controlable. En este sentido, lo que Pozo (2006) define como aprendizaje asociativo, es muy similar a lo que Bruner (1988) y posteriormente Amos y Wisniewski (1995) conceptualizan como cognición paradigmática, la cual es el método primario mediante el cual los humanos convierten su experiencia en algo ordenado y consistente. El procedimiento básico de la cognición paradigmática de acuerdo con estos autores, es clasificar un elemento particular dentro de una categoría o concepto, por lo que este tipo de aprendizaje se centra en aquello que hace que un elemento forme parte de una categoría, y no en lo que lo hace diferente. Por lo que, tanto el aprendizaje asociativo que conceptualiza Pozo (2006) como la cognición paradigmática de Bruner (1988), nos permiten ordenar y predecir las experiencias.

De manera análoga al constructivismo, Bruner (1988) afirma que hay otra forma de conocimiento: la cognición narrativa. La cognición narrativa está dirigida exclusivamente a entender la acción humana, comprendiendo por acción humana el resultado de la interacción del aprendizaje y la experiencia previa de una persona, su situación actual, así como sus expectativas futuras (Mitchel,

1981; Ricoeur, 1984; Bruner, 1988). Mientras el conocimiento paradigmático se enfoca en lo que es común entre las acciones, el narrativo dirige su atención a lo particular y a las características especiales de cada acción. Por lo que se podría afirmar, que la cognición narrativa forma parte esencial del aprendizaje constructivo, ya que para resignificar lo aprendido de manera memorable, el aprendizaje debe provenir de una acción humana.

Ideas previas y cambio conceptual

Uno de los objetivos de la teoría del aprendizaje constructivista, así como la manera de evaluar la eficacia del presente trabajo de grado, es generar un cambio conceptual en los estudiantes a partir de la consideración de sus ideas o conocimientos previos. Debido a que la esencia del aprendizaje significativo reside en la relación sustancial y no arbitraria entre el conocimiento conceptual y lo que los alumnos ya saben (Ausubel *et al.*, 1983), comprendiendo por relación sustancial y no arbitraria que las ideas se relacionen con algún aspecto relevante de la estructura cognoscitiva del alumno, como una imagen, un símbolo, un concepto o una preposición. El estudiante no es un balde vacío que debemos llenar con conocimiento, por el contrario los alumnos saben muchas cosas, no siempre correctas es por ello fundamental indagar lo que ya conocen (Pozo, 1999). Tal como menciona Ausubel en la dedicatoria de su clásico libro *Psicología Educativa*:

Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe, averíguese esto y enséñese consecuentemente (1983).

Mientras que el cambio conceptual de acuerdo con Carey (1985), Pozo (1999) y Moreira y Greca (2003), es un cambio en los procesos y representaciones mediante los cuales, los alumnos procesan los fenómenos científicos, dichos cambios, pueden consistir en diferenciaciones conceptuales, en la unificación de conceptos antes considerados como diferentes o en nuevos análisis que transforman ciertos conceptos de simples propiedades en relaciones fundamentales. Por lo que el cambio conceptual, no es un reemplazo de una concepción por otra. Cuando las estrategias didácticas que promueven un cambio conceptual, son llevadas a cabo de manera exitosa en términos de aprendizaje significativo, lo que hacen es agregar nuevos significados a las concepciones ya existentes, sin borrar o reemplazar los significados que ya se tenían (Moreira y Greca, 2003).

Carey (1985) y Moreira y Greca (2003), argumentan que una concepción puede ser comprendida como una nube de significados, adquiridos principalmente por asimilación, en desarrollo de tal modo que ninguno es eliminado, abandonado o desechado, están todos presentes, por lo menos de manera residual. Sin embargo, estos autores afirman que significados “aceptados” y “no aceptados” son conscientemente discriminados según el nivel de conocimiento que uno tiene en el contexto de la materia de enseñanza. Tal como si cada individuo tuviera su propia historia cognitiva personal, no borrable. Por lo tanto, nuestras estructuras cognitivas pueden ser interpretadas como estructuras de concepciones, cada una de ellas llena de significados, aceptados o no en un cierto contexto (Moreira y Greca, 2003). En palabras de Popper:

(...) podemos decir que una hoja verde cambia cuando queda amarilla, pero no podemos afirmar que hubo cambio si la reemplazamos por una hoja amarilla. El principio de que lo que cambia retiene su identidad es esencial a la idea de cambio. No obstante, lo que cambia debe tornarse algo distinto: era verde, se ha tornado amarillo; era húmedo, se ha tornado seco. Por lo tanto, cualquier cambio es la transición de una cosa para otra que tiene, de cierta forma, cualidades opuestas. Sin embargo, al cambiar, la cosa debe permanecer idéntica en sí misma (1982).

Una enseñanza de la ciencia basada en modelos, es decir de los modelos mentales a los modelos científicos, puede hacer compatible el viejo papel de los maestros con las nuevas exigencias de los aprendices como constructores de conocimiento (Pozo, 1999). Si aceptamos, con Giere (1999), que la ciencia es una determinada forma de construir modelos que representan partes del mundo que conocemos, aprender y enseñar ciencia consistirá, en gran medida, en desarrollar, contrastar y argumentar diferentes modelos para diferentes tareas y problemas, de forma que se puedan integrar o reescribir entre sí (Pozo y Gómez Crespo, 2009).

Motivación

Cabanach (1996) afirma que el aprendizaje constructivo se caracteriza por ser un proceso cognitivo y motivacional a la vez. En consecuencia, si el objetivo de la presente tesis es diseñar una estrategia didáctica que promueva un aprendizaje significativo, así como un cambio conceptual de las nociones ecológicas, se deben tomar en cuenta no solamente los aspectos cognitivos sino también los aspectos

motivacionales, ya que como indica Soler (2006), la motivación intrínseca del estudiantado es uno de los pilares del constructivismo.

La motivación se conceptualiza de acuerdo con Bacete y Doménech (2002), como un conjunto de procesos implicados en la activación, dirección y persistencia de una conducta determinada. Dentro de la literatura referente al tema (Huertas, 1997; Ryan y Deci, 2000; Bacete y Doménech, 2002; Pintrich y Schunk, 2002; Rinaudo *et al.*, 2003; Tapia, 2005; Eggen y Kauchak, 2009), se encuentra un consenso generalizado para distinguir entre motivación intrínseca y extrínseca. La motivación intrínseca se refiere a aquellas acciones realizadas por el interés que genera la actividad en sí misma, mientras que la extrínseca se caracteriza como una motivación para dedicarse a una actividad como un medio para satisfacer otros fines que no están relacionados con la actividad en sí misma, que en el ámbito escolar suelen estar relacionados con obtener buenas notas, lograr reconocimiento, evitar el fracaso, entre otros (Ryan y Deci, 2000; Rinaudo *et al.*, 2003; Eggen y Kauchak, 2009). Desde el trabajo de Tapia (2005), se ha sugerido que la motivación incide sobre la forma de pensar y con ello sobre el aprendizaje, por lo que es probable que un estudiante motivado intrínsecamente se involucre en el desarrollo de tareas académicas por el interés, curiosidad y desafío que éstas le provocan, a diferencia de un estudiante motivado extrínsecamente, quien se comprometerá en el desarrollo de actividades académicas sólo cuando éstas ofrecen una recompensa externa. También es posible que un estudiante motivado extrínsecamente, opte por tareas más fáciles, cuya solución asegure la obtención de la recompensa (Rinaudo *et al.*, 2003).

De acuerdo con el modelo de valor de la expectativa (Pintrich y De Groot, 1990; Wolters y Pintrich, 1998; Jacobs y Newstead, 2000; Eccles y Wigfield, 2002; Bruinsma, 2004), la motivación tanto intrínseca como extrínseca, consiste en tres componentes:

1. Componente de expectativa: se refiere a la creencia de cada estudiante acerca de su habilidad para realizar una tarea en particular
2. Componente de valor: son las metas y creencias de los estudiantes acerca de la importancia y el interés de realizar una tarea
3. Componente afectivo: se refiere a las respuestas emocionales ante la elaboración de la tarea

En cuanto al componente de expectativa Bacete y Doménech (2002), afirman que para incrementar la motivación intrínseca del estudiantado, es necesario considerar tanto las capacidades reales de cada alumno como sus creencias personales sobre sus propias capacidades, debido a que el rendimiento del estudiante no depende tanto de la capacidad real como de la capacidad creída o percibida. Como enuncia el actualmente clásico Bandura (1987), existe una notable diferencia entre poseer una capacidad y saber utilizarla en diversas situaciones. En general, los alumnos que creen que son capaces de llevar a cabo una tarea tienden a realizarla de manera exitosa, mientras que los estudiantes que creen no tener la capacidad para elaborar una tarea, tienen más probabilidad de fracasar, no ejecutar o abandonar la actividad (Bruinsma, 2004).

Acerca del componente de valor, Rinaudo y colaboradores (2003), argumentan que cuando las tareas académicas son percibidas como importantes y útiles, los alumnos pueden estar más dispuestos a aprender. Asimismo diversos investigadores (Pintrich *et al.*, 1991; Wolters y Pintrich, 1998; Ryan y Deci, 2000; Eggen y Kauchak, 2009), aseguran que los estudiantes se sienten intrínsecamente motivados por tareas, experiencias y actividades que: a) Presentan un desafío, es decir, metas que son moderadamente difíciles cuyo éxito no está garantizado; b) Generan curiosidad, se refiere a las actividades nuevas, sorprendentes o diferentes a las ideas previas del estudiantado; c) Dan control al que aprende, son las tareas en las que los alumnos sienten que tienen influencia sobre su propio aprendizaje; y d) Provocan reacciones emocionales, se refiere a las experiencias que implican valores estéticos.

En lo que al componente afectivo respecta, numerosos trabajos (Pintrich *et al.*, 1991; Kuyper *et al.*, 2000; Bacete y Doménech, 2002; Pekrun *et al.*, 2002; Bruinsma, 2004) han demostrado que las emociones positivas como la alegría, la curiosidad, la esperanza y el orgullo, generalmente incrementan la motivación intrínseca y facilitan el aprendizaje y el desempeño escolar, mientras que emociones negativas como la ansiedad, el pánico, la inseguridad, la desesperanza y el aburrimiento, habitualmente afectan la motivación de manera adversa, interfiriendo con el aprendizaje y contribuyendo a un bajo desempeño académico. En este sentido, el componente afectivo queda resumido en las palabras de Mauricio Beuchot:

(...) lo que más interviene en una clase son los sentimientos, no el contenido (2013, *com. pers.*).

Por lo tanto, si se asume que cuando se disfruta ejecutando una tarea se induce una motivación intrínseca en el estudiantado (Bacete y Doménech, 2002) y, que a su vez, dicha motivación es un pilar estructural del constructivismo tal como indica Soler (2006), es entonces de suma importancia, que el docente tome en cuenta los tres componentes de la motivación para incrementar el desempeño académico de sus alumnos. Para lograrlo, el profesor debe procurar desarrollar la seguridad que tiene cada alumno en sí mismo (componente de expectativa), mediante el diseño de estrategias didácticas innovadoras, desafiantes e interesantes (componente de valor), causantes de emociones positivas como la curiosidad y la alegría (componente afectivo). La estructura sobre la que la estrategia didáctica de la presente tesis se desarrolla, considera los tres componentes de la motivación. Primeramente se discutirá sobre la manera de incrementar la motivación intrínseca a partir de los componentes de expectativa y afectivos, para después profundizar sobre el componente de valor en el diseño de la estrategia didáctica.

El buen humor en el aula

Una manera para generar un ambiente de seguridad, confianza y alegría en el aula, que tome en cuenta el fomento de la motivación intrínseca tanto en su componente de expectativa como en el afectivo, consiste en el empleo de la pedagogía del humor. La pedagogía del humor, se conceptualiza por algunos autores (Arechavala, 2003; Torok *et al.*, 2004; González Ynfante, 2009), como el buen humor integrado a la pedagogía de forma natural, sistemática y sostenida, lo cual promueve la creación de un ambiente de trabajo de respeto, confianza y seguridad en donde los estudiantes puedan participar activamente en las clases. Asimismo Arechavala (2003) afirma que no es pedagogía del humor burlarse de un alumno, o permitir que los estudiantes se burlen de otros o que se maltraten de cualquier manera, se trata de sacar provecho a la situación educativa, la cual siempre tiene muchos elementos humorísticos. Como se menciona en la investigación de Torok y colaboradores:

(...) el humor empleado apropiadamente tiene la potencialidad de humanizar, ilustrar, motivar, reducir la ansiedad y mantener a las personas pensando (2004).

Históricamente el humor había sido percibido como algo que no tenía lugar en el salón de clases, tradicionalmente era considerado como virtualmente inútil y como una fuente de distracción capaz de reducir la moral y la eficiencia de los cursos escolares, ya que la dinámica entre pupilo e instructor debía ser un asunto serio (Bryant *et al.*, 1979; Torok *et al.*, 2004). Desde la introducción del constructivismo al aula, la incorporación del humor ha sido poco a poco fomentada a los largo de todos los niveles académicos (Arechavala, 2003). En particular dentro de la educación media superior y superior, el humor es visto como una importante herramienta educativa en áreas como las matemáticas (Berk y Nanda 1998; Friedman *et al.*, 1999), derecho (Gordon, 1992), y en otros cursos que han sido juzgados por sus estudiantes como tediosos y difíciles (Kher *et al.*, 1999). Se tienen registros del humor como facilitador de la retención de información y catalizador de la velocidad de aprendizaje (Gorham y Christophel, 1990), mejora la resolución de problemas (Klavir y Gorodetsky, 2001), libera el estrés (White, 2001), reduce la ansiedad ante los exámenes (Newton y Dowd 1990; McMorris *et al.*, 1997; Berk 1999), e incrementa la percepción de credibilidad del maestro (Wazner y Frymier, 1999).

Para Rodríguez Diéguez (1998) la risa puede ser un elemento esencial para el aprendizaje, debido a que el humor forma parte de la vida de las personas y se expresa tanto de forma oral como de manera escrita e icónica, por lo que constituye un medio de comunicación de gran utilidad dentro de los centros educativos. En este sentido Kail (1994), afirma que los estudiantes recuerdan con mayor eficacia cuando se encuentran con buen humor y relajados, que cuando están tristes y angustiados. Además, las percepciones de la cantidad de humor empleada dentro del salón de clases, están positivamente correlacionadas con el aprendizaje, la percepción de cuánto los estudiantes sienten que aprenden y qué tan positivos se sienten ante el contenido del curso y los profesores (Gorham y Christophel, 1990; Wazner y Frymier, 1999; Torok *et al.*, 2004). En otras palabras, el buen humor empleado en una clase, ayuda a incrementar la motivación intrínseca en sus componentes afectivos y de expectativa.

Asimismo, el trabajo de Torok y colaboradores (2004), puso de manifiesto que no todo el tipo de humor es aceptado por los estudiantes para emplearse dentro del salón de clases, debido a que el humor tiene el potencial de ser ofensivo específicamente cuando es empleado para hacer diferencias étnicas, sexuales o religiosas. Por lo que de acuerdo con estos autores, cuando el humor

se compone de un factor humillante, tiene efectos negativos dentro de la clase. Por ello es necesario siempre mantenerse dentro de los límites del respeto, para que la pedagogía del humor pueda ser utilizada de manera exitosa.

En el trabajo de González Ynfante (2009), se puntualizan seis características para emplear adecuadamente la pedagogía del humor en el aula:

1. Debe ser pertinente para la ocasión y el ámbito en el que se esté trabajando
2. Será eficaz si está destinado a poner un punto en relieve, en primer lugar para reforzar o introducir algún concepto y, en segundo lugar para divertirnos
3. Aunque no provoque carcajadas, el humor contribuye a la fluidez del discurso y favorece la creación de un ambiente relajado, lo cual favorece el aprendizaje
4. La relación del docente con sus alumnos debe ser muy buena, fundamentalmente en lo afectivo y en lo personal
5. El profesor debe estar interesado en utilizar esta herramienta y disfrutar de ella
6. El humor es un arma poderosa en la educación, ya que puede atraer la atención, crear vínculos y hacer más recordable un concepto. Además puede aliviar tensiones, estrechar vínculos y motivar a los alumnos

De acuerdo con este autor incluso las cosas más serias pueden decirse con buen humor. No hay ninguna cosa seria (estrategia didáctica) que no se pueda decir con una sonrisa (de Kempis, 1987). El humor permite promover un desarrollo afectivo paralelo y educar con una actitud pedagógica que le apueste al Eros, al instinto de la vida en lugar de la muerte o Thanatos, conceptualizados por Freud (1969). Como indican Torok y colaboradores (2004), si los maestros quieren que los estudiantes aprendan, entonces deberían considerar hacer del aprendizaje algo más apetecible, incluso disfrutable.

Carta náutica

Se emplearon dos modelos de enseñanza en todas las sesiones de la estrategia didáctica del presente trabajo, excluyendo las sesiones de evaluación. La primera mitad de cada clase estuvo conformada por una exposición de la docente, en la cual se mantuvo el diálogo con los estudiantes, mediante el modelo de exposición-discusión modificado de Eggen y Kauchak (2009). Este modelo que se desarrollará en la siguiente sección, se caracteriza por ofrecer una gran plasticidad, ya que el profesor construye su exposición a través de la participación del estudiantado, lo que permite tanto conocer sus ideas previas e ir adaptando la clase a las dudas que surgen, como poder emplear analogías y chistes acordes a los comentarios del grupo.

Para la segunda mitad de cada clase, se diseñaron recursos didácticos para que se trabajara en pequeños grupos de manera colaborativa en la creación de diversos productos artísticos, como cuentos, ilustraciones y una obra de teatro, versados en los distintos temas ecológicos analizados, a partir del modelo de aprendizaje colaborativo modificado de Eggen y Kauchak (2009). Se eligió el arte como una vía para movilizar el conocimiento ecológico, debido a que es una manera de emplear el conocimiento narrativo conceptualizado por Bruner (1988), ya que fundamentalmente tanto el cuento, como los esquemas ilustrados y la obra de teatro, son formas de contar una historia y como nos arriesgábamos a afirmar antes: para resignificar lo aprendido de manera memorable, el aprendizaje debe provenir de una acción humana. Asimismo, de acuerdo con Ryan y Deci (2000), las experiencias que implican valores estéticos, las que originan reacciones emocionales y, en particular, las experiencias relacionadas con la belleza, pueden ser intrínsecamente motivadoras.

El modelo de exposición discusión

Eggen y Kauchak (2006), indican que este modelo se basa en dos fundamentos teóricos, el primero es que fue diseñado para economizar la manera en que nuestra arquitectura cognitiva procesa la información, ya que en el proceso de construir una comprensión, recuperamos la información a largo plazo e integramos la nueva información a lo que ya sabíamos. Lo que precisamente Piaget (1978) conceptualiza como asimilación y acomodación. Cuanto más extensas y mejor organizadas estén las redes en donde recuperamos la información, más efectiva será la integración, porque existirán más

lugares para relacionar la información nueva con la antigua (Eggen y Kauchak, 2006). Es por ello que de acuerdo con estos autores, el objetivo de los profesores debe consistir en ayudar a los estudiantes a organizar la información en relaciones lógicas, debido a que la información organizada lógicamente en la memoria a largo plazo, da por resultado: a) Mayor aprendizaje inicial; b) Mayor memoria y retención; c) Mejor transferencia a contextos nuevos.

Mientras que el segundo fundamento teórico de este modelo de exposición-discusión, se basa en los trabajos de Ausubel *et al.*, (1983), para quienes el aprendizaje verbal con significado es la adquisición de ideas que están vinculadas con otras ideas. En contraste, el aprendizaje de memoria es la memorización de puntos específicos de información aislados unos de otros. Para Ausubel y colaboradores (1983), ocurre un aprendizaje significativo cuando las ideas de un esquema nuevo son relacionadas entre sí y, a la vez, con esquemas previamente establecidos. Es por ello, que estos autores preferían la instrucción dirigida por el profesor, pero sin dejar a los estudiantes en roles pasivos, ya que sin un diálogo con los alumnos, no hay manera de conocer sus ideas previas e ir adaptando esa información a la nueva que se pretende enseñar.

Es precisamente en el momento de planear la clase, que el maestro organiza el contenido disciplinar con el fin no sólo de cumplir los objetivos de la clase, sino también de ayudar en el cifrado de la información en relaciones lógicas para el estudiantado. La planeación de las lecciones en que se utiliza el modelo de exposición-discusión incluye cuatro pasos esenciales de acuerdo con Eggen y Kauchak (2006):

1. Identificar los temas
2. Especificar los objetivos de aprendizaje
3. Estructurar el contenido
4. Preparar las introducciones a la lección

Uno de los ejemplos de este tipo de ayuda en la organización de la información dentro de la planeación de la estrategia didáctica del presente trabajo de grado, fue relacionar la física con la ecología, particularmente las leyes de la termodinámica con el flujo de materia y energía dentro de los ecosistemas. Así como mencionar a los estudiantes que la ciencia es una sola, dividida en cajones porque el conocimiento es demasiado, sin embargo todos los científicos hablan de lo mismo a

diferentes escalas ya que cada escala tiene propiedades emergentes distintas, sin embargo al final todos estamos compuestos de átomos y las leyes físicas que se aplican para el universo, también aplican para los ecosistemas. Esa relación, no solamente ayudó a cumplir los objetivos de esa lección en particular, sino que también promoverá que a largo plazo los estudiantes, tengan una estructura más amplia del concepto “ciencia” y puedan asimilar y acomodar con mayor eficiencia los nuevos conceptos que aprendan en el futuro. Asimismo, cuando los alumnos ven relaciones entre los temas que estudian, aumenta la percepción de su propia competencia (Eggen y Kauchak, 2006) y la necesidad de sentirse competente, como mencionábamos anteriormente, es fundamental para promover la motivación intrínseca. El modelo de exposición-discusión tiene varias fases, las cuales se presentan en la tabla 2.1.

Fase	Función de aprendizaje y motivación
Fase I: Introducción Revisar y presentar una forma de enfoque para la clase	Despertar la atención Activar el conocimiento previo
Fase II: Presentación-supervisión-integración Se presenta información organizada Mediante preguntas, comprobar la comprensión de los alumnos El conocimiento nuevo se relaciona con las ideas previas	Aportar conocimiento previo Comenzar con la producción de esquemas Colocar a los estudiantes en roles activos Comprobar la percepción
Fase III: Revisión y cierre Aprendizaje colaborativo	Elaborar esquemas

Tabla 2.1 Funciones de aprendizaje y motivación para las fases del modelo de exposición-discusión, modificado de Eggen y Kauchak (2006).

De acuerdo con las fases de Eggen y Kauchak (2006) modificadas específicamente para el diseño de la estrategia didáctica, las lecciones de exposición-discusión empiezan con una introducción que atrae la atención y ofrece un panorama general de la clase. Durante la etapa de presentación-supervisión-integración, el docente comparte información nueva, vinculándola con los esquemas previos de los alumnos, al mismo tiempo que supervisa la comprensión mediante preguntas, para tener certeza si los estudiantes están comprendiendo las ideas nuevas. Precisamente esta segunda fase, es la que tiene mayor plasticidad, ya que depende del conocimiento previo del alumnado, así mismo, es posible que algunos estudiantes comprendan y luego el profesor se dé cuenta que algunos alumnos no han entendido todavía, por lo que deberá regresar unos pasos. Finalmente en la fase de cierre en donde se deben elaborar esquemas a partir de la nueva

información, en la presente estrategia didáctica se diseñaron recursos para ser trabajados en grupos pequeños de aprendizaje colaborativo, fase que se analizará en la siguiente sección.

El modelo de trabajo colaborativo

Existen varios modelos de interacción en grupo, todos ellos, se basan en la teoría del desarrollo próximo de Vygotsky (1930), quien sostiene que la interacción social, es un componente esencial del aprendizaje. La teoría sociocultural de Vygotsky, se basa en tres principios fundamentales: a) el aprendizaje significativo ocurre en un contexto social; b) el conocimiento es co-construido conforme otros más entrenados interactúan y comparten sus experiencias con los demás; y c) el entorno en el que crece una persona, le ofrece herramientas culturales o ideas que ayudan a dar un sentido al mundo.

Johnson y colaboradores (2008), indican que el aprendizaje no es un encuentro deportivo al que uno puede asistir como espectador, sino que requiere la participación directa y activa de los estudiantes. Igual que un grupo de alpinistas, los alumnos escalan más fácilmente las cimas del aprendizaje cuando lo hacen formando parte de un equipo cooperativo. Es por ello que, de acuerdo con estos autores, el aprendizaje cooperativo, es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás. Sin importar qué modelo de interacción en grupo se utilice, la planeación que debe realizar el maestro para elaborar una lección, se resume en cinco puntos, de acuerdo con Eggen y Kauchak y modificado específicamente para la estrategia didáctica implementada:

1. Presentar el trabajo en grupo con tareas breves y sencillas.
2. Asignar a los alumnos una tarea clara y específica para la actividad en grupo.
3. Especificar el tiempo del que disponen los estudiantes para completar la tarea.
4. Pedir a los alumnos que generen un texto escrito durante la actividad en grupo.
5. Supervisar a los estudiantes mientras trabajan.

En el caso particular del punto cuatro de la lista de planeación, se consideró al texto como lo define Beuchot (2008), los textos no son sólo escritos, como ha sido lo usual, sino también los hablados, los actuados y aun de otros tipos: un poema, una pintura y una obra teatral son ejemplos de

textos, van pues más allá de la palabra y el enunciado. Es por ello que el cuento, las ilustraciones y la obra de teatro elaborada por los estudiantes, fueron consideradas como textos.

Como indican Eggen y Kauchak (2006), los modelos de interacción en grupo, aprovechan la necesidad que sienten los estudiantes de interactuar con sus compañeros, por lo que satisfacen la necesidad de afiliación. En contraste con las ideas conductistas de aprendizaje, los modelos de interacción social son más constructivistas y de orientación cognitiva. Las funciones de aprendizaje y motivación para el modelo de aprendizaje colaborativo, se muestra en la tabla 2.2.

Fase	Función de aprendizaje y motivación
Fase I: Instrucción Introduce y desarrolla el contenido Exposición-discusión	Atrae la atención Promueve la producción del esquema
Fase II: Transición a equipos El maestro explica cómo funcionarán los equipos	Promueve un sentido de pertenencia Crea sensaciones de seguridad y orden
Fase III: Estudio en equipo El profesor supervisa los grupos y apoya los esfuerzos	Desarrolla la autonomía Promueve la participación
Fase IV: Evaluación Se evalúa personalmente a cada grupo	Aporta retroalimentación Desarrolla percepciones de habilidades y filiación entre compañeros

Tabla 2.2 Funciones de aprendizaje y motivación para las fases del modelo de aprendizaje colaborativo modificado de Eggen y Kauchak (2006).

Evaluación

La evaluación desde la visión constructivista, es una actividad que debe realizarse tomando en cuenta no sólo el aprendizaje de los alumnos, sino también las actividades de enseñanza que son llevadas a cabo por el maestro y su relación con dichos aprendizajes (Coll y Martín, 1996). En este sentido, de acuerdo con Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010), las acciones evaluativas se deben encaminar a la reflexión, interpretación y mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, desde el interior del mismo. Es por ello que numerosos autores (Jorba y Sanmartí, 1993; Coll y Martín, 1996; Marchesi y Martín, 1998; Coll y Onrubia, 1999; Perrenoud, 2008; Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2010), distinguen dos funciones para la evaluación: la función pedagógica y la función social.

La función pedagógica de la evaluación, está relacionada con la comprensión, regulación y perfeccionamiento de la situación de enseñanza-aprendizaje, por lo que se evalúa para obtener información acerca del aprendizaje de los estudiantes así como de las estrategias de enseñanza asociadas a éste, para que puedan hacerse las mejoras pertinentes (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2010). Mientras que la función social, de acuerdo con esos autores, se refiere a los usos que se le otorgan a la evaluación que van más allá de la situación de enseñanza-aprendizaje, tales como la selección, la acreditación y la certificación de los estudiantes. Tradicionalmente se ha favorecido la función social sobre la función pedagógica, debido a que normalmente el término evaluar es traducido erróneamente por los maestros como calificar, es decir, la asignación de un número que certifique si el alumno aprendió o no. Lo que precisamente Perrenoud (2008) identifica como un obstáculo para el desarrollo de propuestas educativas innovadoras.

Es por ello que en la presente tesis de maestría, se procuró evaluar al estudiantado resaltando sobre todo la función pedagógica de la evaluación, considerando el cambio conceptual analizado anteriormente, la significatividad de los aprendizajes, así como la actitud de los alumnos. Para valorar la significatividad de los aprendizajes, se registró de acuerdo con Coll y Martín (1993) el grado de amplitud y el nivel de complejidad con que fueron elaborados los significados científicos construidos. Asimismo, para poder evaluar la actitud de los alumnos, se diseñó una pequeña escala que permitiera registrar el incremento progresivo de la responsabilidad del estudiante por su propio aprendizaje, dicho en otros términos, se midió el compromiso de cada alumno por aprender dentro de la clase. Todos los aspectos evaluados, fueron valorados a partir del diseño de rúbricas específicas para cada sesión de clase (Apéndice VIII), las cuales se organizaron en los tres tipos de evaluación clasificados por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010), como: a) evaluación diagnóstica; b) evaluación formativa; y c) evaluación sumativa.

Evaluación diagnóstica

La evaluación diagnóstica llevada a cabo al inicio de cada sesión de la presente estrategia didáctica, se fundamenta en la tesis clásica de Ausubel y colaboradores (1983) mencionada anteriormente, referida a la importancia de conocer las ideas previas del alumnado en beneficio de la construcción

de aprendizaje significativo. Este tipo de evaluación fue realizada a partir de dos herramientas didácticas: un cuestionario y una lluvia de ideas.

El breve cuestionario aplicado individualmente al inicio de cada sesión, contenía los conceptos ecológicos a estudiar durante la clase, con el objetivo de echar a andar la maquinaria cognitiva de ideas previas relacionadas con los temas ecológicos por tratar. Asimismo, al final de cada sesión, el mismo cuestionario fue entregado nuevamente a los estudiantes, para que redactaran nuevos conceptos a partir de lo aprendido en clase y tuvieran de esta forma, acceso a una retroalimentación metacognitiva, al poder contrastar lo que sabían al inicio y al término de cada sesión. Mientras que la lluvia de ideas, efectuada al inicio de cada exposición-discusión, permitió adaptar el contenido conceptual de la exposición del docente al conocimiento previo del alumnado.

Evaluación formativa

Este tipo de evaluación de acuerdo con Jorba y Casellas (1997) y Astolfi (1999), se refiere a la regulación del proceso de enseñanza-aprendizaje, para adaptarlo o ajustarlo a las condiciones pedagógicas para incrementar el aprendizaje significativo de los alumnos. Estos autores indican que la evaluación formativa, parte de la necesidad de supervisar el proceso de aprendizaje, considerándolo como una actividad continua de reestructuraciones producto de las acciones del alumno y de la propuesta pedagógica. Por lo que, no importa tanto valorar los resultados sino comprender el proceso de aprendizaje, supervisarlos e identificar los errores y obstáculos para remediarlos mediante adaptaciones didácticas inmediatas *in situ* (Astolfi, 1999).

En la estrategia didáctica diseñada para el presente trabajo, la evaluación formativa tuvo lugar tanto en la exposición-discusión como en el trabajo colaborativo, mediante el diálogo constante con los estudiantes así como a través de preguntas formuladas por el profesor. Por lo que la regulación pedagógica propia de este tipo de evaluación, fue realizada de acuerdo con Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010), en términos de una regulación interactiva que ocurre de forma completamente integrada al proceso de enseñanza-aprendizaje. Ya que a partir de lo que dicen los estudiantes, el docente puede repetir, explicar de formas distintas, mencionar ejemplos alternativos, etc., para guiar el proceso de aprendizaje.

Evaluación sumativa

La evaluación sumativa interpretada por Coll (1987), Coll y Martín (1993) y Coll y Onrubia (1999), es realizada con el propósito de obtener información que permita conocer si los alumnos son capaces de aprender nuevos contenidos en un ciclo posterior relacionados con los ya evaluados. Normalmente este tipo de evaluación, es sinónimo de una evaluación final, sin embargo, debido a la naturaleza del presente trabajo de grado, la evaluación sumativa fue llevada a cabo a partir del análisis de cada producto elaborado y entregado por los pequeños grupos de estudiantes: un cuento, dos carteles, así como el guión y el montaje en escena de una obra de teatro.

CAPÍTULO III

LA EXPEDICIÓN

Itinerario de navegación

La estrategia didáctica diseñada para la enseñanza aprendizaje del tema: “Estructura y procesos en el ecosistema”, incluido en la segunda unidad del temario para Biología II del programa del Colegio de Ciencias y Humanidades, se compone de cinco sesiones, cuatro clases de dos horas y una clase de una hora. Cada una de las sesiones, fue planteada considerando el desafío de mantener a los alumnos interesados y entretenidos en la clase a pesar del complicado horario de 19 a 21 horas.

La primera sesión de la propuesta didáctica (Tabla 3.1), en su sección de exposición-discusión, versó sobre tres temas: a) los diferentes niveles de organización ecológica: individuo, población, comunidad y ecosistema; b) los componentes del ecosistema: factores bióticos y abióticos; y c) relaciones intra e interespecíficas: competencia, depredación, mutualismo, amensalismo y comensalismo. Mientras que dentro del trabajo colaborativo, el producto a elaborar fue un cuento sobre interacciones bióticas, empleando el material didáctico de la apéndice II.

La exposición-discusión de la segunda sesión de la estrategia (Tabla 3.2), trató sobre del ciclo de materia y energía en los ecosistemas, considerando los siguientes temas: a) niveles tróficos: productor primario, consumidor primario, consumidor secundario; b) representaciones de los niveles tróficos: pirámide trófica, cadena alimenticia y red trófica; y c) flujo de materia y energía a través del ecosistema. En la sección de trabajo colaborativo, los estudiantes elaboraron un esquema ilustrado sobre el flujo de materia y energía en un ecosistema en particular, con la ayuda del material didáctico de la apéndice IV.

La tercera sesión fue la única con duración de una hora (Tabla 3.3), por lo que se planteó llevar a cabo un diálogo con los estudiantes acerca del concepto de ecosistema, del perjuicio humano hacia el funcionamiento de los ecosistemas, así como de las posibilidades para reducir estos daños. Mientras que en la cuarta sesión de nuestra secuencia (Tabla 3.4), la última exposición-discusión

tuvo una breve introducción sobre la física en la ecología, para cerrar con un análisis de los ciclos biogeoquímicos. El trabajo colaborativo a elaborar por los alumnos, fue un esquema ilustrado de algún ciclo biogeoquímico en particular, utilizando el material didáctico de la apéndice VI.

Finalmente, la quinta y última sesión (Tabla 3.5), planteó la realización de una obra de teatro en equipos, considerándola como un mecanismo de evaluación final (Apéndice VII). Cabe mencionar, que durante la primera, segunda y cuarta sesión, los estudiantes resolvieron un cuestionario diagnóstico (Apéndices I, III y V), antes y al final de la clase, para poder medir su cambio conceptual.

Asignatura: Biología II

Tema: Estructura y procesos en el ecosistema

Subtemas: Niveles de organización ecológica, factores bióticos y abióticos, relaciones intra e interespecíficas

Segunda Unidad: ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?

Número de sesión: 1

Tiempo: 2 horas

Fecha: Lunes 30 de septiembre 2013, 19-21 horas

	Estrategias de enseñanza	Tiempo	Aprendizajes esperados	Materiales y recursos didácticos	Evaluación
APERTURA	<p>1. Presentación y actividad para conocer al grupo.</p> <p>2. Cuestionario individual: ideas previas acerca de los niveles de organización ecológica (Apéndice I).</p> <p>3. Plantear objetivos.</p>	<p>15 min</p> <p>10 min</p> <p>5 min</p>	<p><u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se espera que los alumnos se sientan en una atmósfera de confianza y apoyo, que les permita desenvolverse con motivación durante la clase.</p>	<p>-Canasta con frutas para los estudiantes.</p> <p>-Etiquetas y marcadores para los nombres.</p> <p>-Cuestionario individual (Apéndice I).</p>	<p><u>Evaluación diagnóstica</u> -Entrega de cuestionarios individuales de ideas previas.</p> <p><u>Evaluación formativa</u> -Diálogo durante la actividad de presentación.</p>
DESARROLLO	<p>4. Exposición-discusión: -Niveles de organización ecológica (individuo, población, comunidad, ecosistema, biósfera).</p> <p>-Factores bióticos y abióticos</p> <p>-Relaciones intra e interespecíficas.</p> <p>5. Trabajo colaborativo en equipos de 4 estudiantes: -Redacción de un cuento acerca de una interacción biótica en particular</p> <p>6. Lectura del cuento de cada equipo.</p>	<p>30 min</p> <p>30 min</p> <p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u> -Se pretende que los estudiantes comprendan los diferentes niveles de organización ecológica, distinguan un factor biótico de un factor abiótico, e identifiquen cada una de las interacciones bióticas, integrando lo aprendido en la elaboración de un cuento.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se pretende fomentar en el alumnado conciencia acerca de la importancia del concepto de ecosistema como unidad de conservación de la naturaleza.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p> <p>-Paquete didáctico por equipo para la elaboración del cuento (Apéndice II).</p>	<p><u>Evaluación formativa</u> -Se guiará el aprendizaje mediante preguntas esenciales y atención especializada.</p> <p>-Se considerarán las actitudes de diálogo, convivencia y cooperación entre los estudiantes.</p> <p><u>Evaluación sumativa</u> -Entrega por equipo de un cuento acerca de alguna de las interacciones bióticas.</p>
CIERRE	<p>7. Actividad de cierre: -Entrega de cuestionario para redactar lo aprendido en la clase.</p> <p>-Resumen del día.</p> <p>-Aplausos.</p>	<p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u> -Se espera reforzar los conceptos aprendidos y perfilar el tema de la siguiente sesión.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se pretende generar una atmósfera de motivación y reflexión acerca del trabajo realizado.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p>	<p><u>Evaluación sumativa</u> -Entrega del cuestionario reelaborado y discutido en equipo.</p>

Tabla 3.1 Planeación de la primera sesión de la estrategia didáctica.

Asignatura: Biología II

Tema: Estructura y procesos en el ecosistema

Subtemas: Dinámica del ecosistema: flujo de energía y ciclos biogeoquímicos

Fecha: Miércoles 2 de octubre 2013, 19-21 horas

Segunda Unidad: ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?

Número de sesión: 2

Tiempo: 2 horas

	Estrategias de enseñanza	Tiempo	Aprendizajes esperados	Materiales y recursos didácticos	Evaluación
APERTURA	<p>1. Retomar clase anterior y plantear nuevos objetivos.</p> <p>2. Cuestionario individual: ideas previas acerca de los niveles tróficos. (Apéndice III).</p>	<p>5 min</p> <p>10 min</p>	<p><u>Aprendizajes actitudinales</u></p> <p>-Se espera que los alumnos se sientan en una atmósfera de confianza y apoyo, que les permita desenvolverse con motivación durante la clase.</p>	<p>-Canasta con frutas para los estudiantes.</p> <p>-Etiquetas y marcadores para los nombres.</p> <p>-Cuestionario individual (Apéndice III).</p>	<p><u>Evaluación diagnóstica</u></p> <p>-Entrega de cuestionarios individuales de ideas previas.</p>
DESARROLLO	<p>3. Exposición-discusión:</p> <p>-Niveles tróficos.</p> <p>-Cadena y red trófica.</p> <p>-Ciclo de materia y energía dentro del ecosistema.</p> <p>4. Trabajo colaborativo en equipos de 4 estudiantes:</p> <p>-Elaboración de una ilustración que esquematice el ciclo de materia y energía presente en un ecosistema en particular.</p> <p>5. Presentación grupal de las ilustraciones.</p>	<p>35 min</p> <p>40 min</p> <p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u></p> <p>-Se pretende que los estudiantes identifiquen los niveles tróficos, así como los modelos empleados para estudiarlos (redes y cadenas tróficas).</p> <p>-Se espera que los alumnos comprendan el mecanismo del ciclo de materia y energía presente en el ecosistema</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u></p> <p>-Se pretende fomentar en el alumnado conciencia acerca de la conexión entre factores bióticos y abióticos dentro del ecosistema.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p> <p>-Paquete didáctico por equipo para la elaboración de la ilustración (Apéndice IV).</p>	<p><u>Evaluación formativa</u></p> <p>-Se guiará el aprendizaje mediante preguntas esenciales y atención especializada.</p> <p>-Se considerarán las actitudes de diálogo, convivencia y cooperación entre los estudiantes.</p> <p><u>Evaluación sumativa</u></p> <p>-Entrega por equipo de una ilustración acerca del ciclo de materia y energía presente en un ecosistema particular.</p>
CIERRE	<p>6. Actividad de cierre:</p> <p>-Entrega de cuestionario para redactar lo aprendido en la clase.</p> <p>-Tarea para la tercera sesión.</p> <p>-Resumen del día.</p> <p>-Aplausos.</p>	<p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u></p> <p>-Se espera reforzar los conceptos aprendidos y perfilar el tema de la siguiente sesión.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u></p> <p>-Se pretende generar una atmósfera de motivación y reflexión acerca del trabajo realizado.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p>	<p><u>Evaluación sumativa</u></p> <p>-Entrega del cuestionario reelaborado y discutido en equipo.</p>

Tabla 3.2. Planeación de la segunda sesión de la estrategia didáctica.

Asignatura: Biología II

Tema: Estructura y procesos en el ecosistema

Subtemas: Dinámica del ecosistema: flujo de energía y ciclos biogeoquímicos

Fecha: Viernes 4 de octubre 2013, 19-21 horas

Segunda Unidad: ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?

Número de sesión: 3

Tiempo: 1 hora

	Estrategias de enseñanza	Tiempo	Aprendizajes esperados	Materiales y recursos didácticos	Evaluación
APERTURA	<p>1. Retomar clases anteriores y plantear nuevos objetivos.</p> <p>2. Entrega de tareas</p>	<p>5 min</p> <p>5 min</p>	<p><u>Aprendizajes actitudinales</u></p> <p>-Se espera que los alumnos se sientan en una atmósfera de confianza y apoyo, que les permita desenvolverse con motivación durante la clase.</p>	<p>-Canasta con frutas para los estudiantes.</p> <p>-Etiquetas y marcadores para los nombres.</p>	<p><u>Evaluación diagnóstica</u></p> <p>-Entrega de tareas individuales.</p>
DESARROLLO	<p>3. Discusión acerca de las tres preguntas de la tarea:</p> <p>-Las cuevas y las profundidades abisales carecen de productores primarios ¿Son ecosistemas?</p> <p>-¿Cómo los humanos perjudicamos el funcionamiento de los ecosistemas y de la biosfera en general?</p> <p>-¿Qué puedes hacer tú para reducir el daño que produces en los ecosistemas?</p>	35 min	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u></p> <p>-Se procurará reforzar el concepto general de ecosistema, así como su relevancia como unidad de conservación de la vida.</p> <p>-Se pretende fomentar en el alumnado conciencia acerca del daño que causa el hombre a los ecosistemas, así como las opciones para disminuir éste.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u></p> <p>-Se fomentará el diálogo y el análisis acerca del impacto humano sobre los ecosistemas.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p>	<p><u>Evaluación formativa</u></p> <p>-Se considerarán las actitudes de diálogo y cooperación entre los estudiantes a lo largo de la discusión</p>
CIERRE	<p>4. Actividad de cierre:</p> <p>-Entrega de tarea para redactar lo aprendido en la clase.</p> <p>-Resumen del día.</p> <p>-Aplausos.</p>	15 min	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u></p> <p>-Se espera reforzar los conceptos aprendidos y perfilar el tema de la siguiente sesión.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u></p> <p>-Se pretende generar una atmósfera de motivación y reflexión acerca del trabajo realizado.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p>	<p><u>Evaluación sumativa</u></p> <p>-Entrega de la tarea reelaborada y discutida en equipo.</p>

Tabla 3.3. Planeación de la tercera sesión de la estrategia didáctica.

Asignatura: Biología II

Tema: Estructura y procesos en el ecosistema

Subtemas: Dinámica del ecosistema: flujo de energía y ciclos biogeoquímicos

Fecha: Lunes 7 de octubre 2013, 19-21 horas

Segunda Unidad: ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?

Número de sesión: 4

Tiempo: 2 horas

	Estrategias de enseñanza	Tiempo	Aprendizajes esperados	Materiales y recursos didácticos	Evaluación
APERTURA	<p>1. Retomar clase anterior y plantear nuevos objetivos.</p> <p>2. Cuestionario de ideas previas sobre la relación de la física con la ecología, entrada y salida de materia del ecosistema (Apéndice V)</p>	<p>5 min</p> <p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se espera que los alumnos se sientan en una atmósfera de confianza y apoyo, que les permita desenvolverse con motivación durante la clase.</p>	<p>-Canasta con frutas para los estudiantes. -Etiquetas y marcadores para los nombres. -Cuestionario individual (Apéndice V).</p>	<p><u>Evaluación diagnóstica</u> -Entrega de cuestionarios individuales de ideas previas.</p>
DESARROLLO	<p>3. Exposición-discusión: -Física ecológica. -Movimiento de materia dentro del ecosistema. -Ciclos biogeoquímicos.</p> <p>4. Trabajo colaborativo en equipos de 4 estudiantes: -Elaboración de una ilustración que esquematice un ciclo biogeoquímico en particular.</p> <p>5. Presentación y explicación de la ilustración de cada equipo.</p>	<p>30 min</p> <p>40 min</p> <p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u> -Se pretende que los estudiantes identifiquen los diferentes ciclos de la biogeoquímicos presentes en el ecosistema. -Se espera que los alumnos relacionen conceptos básicos de física con el funcionamiento de los ecosistemas.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se pretende reforzar la conciencia de los estudiantes acerca de la conexión entre factores bióticos y abióticos dentro del ecosistema.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador. -Paquete didáctico por equipo para la elaboración de la ilustración (Apéndice VI).</p>	<p><u>Evaluación formativa</u> -Se guiará el aprendizaje mediante preguntas esenciales y atención especializada. -Se considerarán las actitudes de diálogo, convivencia y cooperación entre los estudiantes.</p> <p><u>Evaluación sumativa</u> -Entrega por equipo de una ilustración acerca de un ciclo biogeoquímico en particular.</p>
CIERRE	<p>6. Actividad de cierre: -Entrega de cuestionario para redactar lo aprendido en la clase. -Resumen del día. -Aplausos.</p>	<p>15 min</p>	<p><u>Aprendizajes conceptuales</u> -Se espera reforzar los conceptos aprendidos y perfilar el tema de la siguiente sesión.</p> <p><u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se pretende generar una atmósfera de motivación y reflexión acerca del trabajo realizado.</p>	<p>-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.</p>	<p><u>Evaluación sumativa</u> -Entrega del cuestionario reelaborado y discutido en equipo.</p>

Tabla 3.4. Planeación de la cuarta sesión de la estrategia didáctica.

Asignatura: Biología II

Tema: Estructura y procesos en el ecosistema

Subtemas: Evaluación final

Fecha: Miércoles 9 de octubre 2013, 19-21 horas

Segunda Unidad: ¿Cómo interactúan los sistemas vivos con su ambiente?

Número de sesión: 5

Tiempo: 2 horas

	Estrategias de enseñanza	Tiempo	Aprendizajes esperados	Materiales y recursos didácticos	Evaluación
APERTURA	1. Retomar clases anteriores y plantear nuevos objetivos.	5 min	<u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se espera que los alumnos se sientan en una atmósfera de confianza y apoyo, que les permita desenvolverse con motivación durante la clase.	-Canasta con frutas para los estudiantes. -Etiquetas y marcadores para los nombres.	
DESARROLLO	2. Evaluación final: trabajo colaborativo de 6 a 8 integrantes. -Montaje de una obra de teatro ecológica. 3. Puesta en escena de cada equipo.	70 min 25 min	<u>Aprendizajes conceptuales</u> -Se pretende que los estudiantes integren los conceptos aprendidos en la elaboración del guión, el montaje y la puesta en escena de la obra de teatro ecológica. <u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se espera que el alumnado trabaje colaborativamente de manera positiva y, con amplia disponibilidad al diálogo y al acuerdo entre los compañeros del equipo.	-Pizarrón, marcadores de colores y borrador. -Paquete didáctico por equipo para la elaboración de la obra de teatro (Apéndice VII). -Papel kraft, papel de china de colores, plumones, gises, telas de colores.	<u>Evaluación formativa</u> -Se considerarán las actitudes de diálogo, convivencia y cooperación entre los estudiantes. <u>Evaluación sumativa</u> -Entrega por equipo del guión de la obra de teatro. -Puesta en escena de la obra de teatro.
CIERRE	4. Actividad de cierre: -Resumen de las cinco sesiones. -Cuestionario de evaluación de la maestra. -Aplausos.	20 min	<u>Aprendizajes conceptuales</u> -Se espera reforzar los conceptos aprendidos. <u>Aprendizajes actitudinales</u> -Se pretende generar una atmósfera de motivación y reflexión acerca del trabajo realizado.	-Pizarrón, marcadores de colores y borrador.	

Tabla 3.5. Planeación de la quinta sesión de la estrategia didáctica.

Evidencias e impresiones del viaje

Primera sesión

Llevada a cabo el lunes 30 de septiembre de 2013 de 19 a 21 horas esta sesión tuvo una asistencia de diecinueve estudiantes de los veinte inscritos, de los cuales catorce eran hombres y cinco eran mujeres. El cuestionario acerca de los conceptos analizados en clase (Apéndice I), fue respondido tanto al inicio de la clase para conocer las ideas previas, como al final de la sesión para registrar el cambio conceptual. Dentro de la tabla 3.6 se muestran algunas de las respuestas de los estudiantes.

	Al inicio de la sesión	Al final de la sesión
Individuo	<i>Un ser vivo. Es una persona. Es una persona dentro de una sociedad diferente a todos a su alrededor.</i>	<i>Es cualquier organismo vivo. Cada ser vivo perteneciente a una especie. Es un ser perteneciente a una especie.</i>
Población	<i>Un grupo de personas. Grupo de gente que habita en una región o ciudad. Conjunto de personas que habitan un pueblo.</i>	<i>Es un conjunto de individuos de la misma especie que comparten tiempo y espacio. Variedad de individuos que comparten un mismo espacio. Conjunto de individuos de la misma especie.</i>
Comunidad	<i>Es un conjunto de personas que buscan información de algún dato definido o están de acuerdo en algo. La población que se encuentra en un lugar. Grupo de personas que se reúnen.</i>	<i>Conjunto de poblaciones de diferentes especies. Grupo de poblaciones que comparten tiempo y espacio. Grupos de poblaciones de diferente especie que comparten tiempo y espacio.</i>
Ecosistema	<i>Lugares en donde se puede vivir. Un sitio donde viven varios seres vivos diferentes. Lugar donde habitan animales y plantas.</i>	<i>Grupo de comunidades que comparten tiempo y espacio. Es el espacio en donde conviven los factores bióticos y los abióticos. Es un sistema termodinámico abierto conformado por comunidades vivas y su entorno abiótico..</i>
Factor biótico	<i>Que tiene presencia de seres vivos. Lo que hace que todos los individuos puedan vivir. Árboles, plantas, todo lo biológico del mundo.</i>	<i>Parte viva de un ecosistema. Reino animal, plantae, fungi, protista y monera. Cualquier cosa viva en el mundo.</i>
Factor abiótico	<i>Algo no vivo. Sin presencia de seres vivos. Todo lo que no tiene vida, petróleo cosas del mundo.</i>	<i>Son todas las cosas no vivas (agua, fuego, suelo, etc). Integran a los ecosistemas pero no tienen vida. Atmósfera, litósfera, hidrósfera.</i>
Interacción biótica	<i>Es cuando un organismo necesita a alguien para reproducirse. Diferentes especies que conviven. Es la interacción de todos los organismos biológicos.</i>	<i>Cuando los seres vivos se relacionan entre sí. El intercambio de ayuda entre los seres vivos de varias especies. Interacción entre seres vivos para la vida, puede ser benéfica o agresiva.</i>

Tabla 3.6. Respuestas de los estudiantes para el cuestionario antes y después de la primera sesión. Contaron con diez minutos para contestarlo.

Se registró el cambio conceptual de los 19 estudiantes participantes sobre los siete conceptos ecológicos analizados durante la clase (Fig. 3.1). Los conceptos de factores bióticos y abióticos fueron los que más alumnos modificaron correctamente, con 17 y 15 estudiantes respectivamente que tuvieron un cambio conceptual amplio y correcto. Mientras que los otros cinco conceptos fueron modificados amplia y correctamente por cerca de la mitad de los participantes. Cabe destacar que comunidad y ecosistema, fueron los conceptos en donde cuatro estudiantes cayeron en el rango del cambio conceptual incorrecto o sin cambio conceptual.

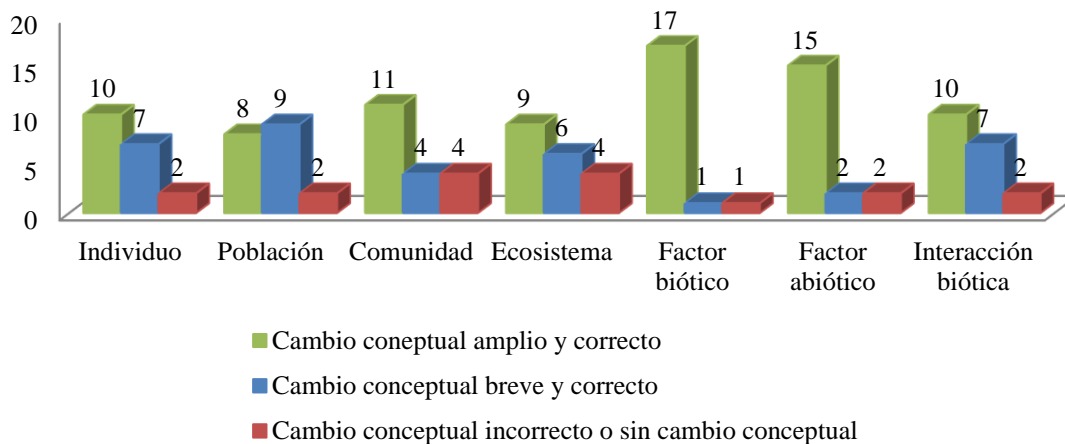


Figura 3.1. Registro del cambio conceptual de los diecinueve estudiantes participantes durante la primera sesión de la estrategia didáctica.

Las respuestas de los participantes antes de comenzar la clase, generalmente fueron parcial o completamente incorrectas (Tabla 3.6), sobre todo para los niveles de organización ecológica, debido a que son conceptos polisémicos al poseer más de un significado que depende del contexto en el que se interprete. Por lo que las afirmaciones de los estudiantes: “*un individuo es una persona*”, “*una población es un conjunto de personas que habitan en un pueblo*”, “*una comunidad es un grupo de personas que se reúnen*” y “*el ecosistema son lugares donde se puede vivir*”, efectivamente son correctas dentro de otros contextos, sin embargo son incorrectas dentro del contexto biológico. En cuanto a los últimos tres conceptos: factor biótico, factor abiótico e interacción biótica, las ideas previas del alumnado fueron mucho más cercanas a los conceptos correctos, muy posiblemente porque son definiciones sin significado fuera del contexto biológico.

El cambio conceptual registrado para estos siete conceptos después de la primera sesión (Fig. 3.1), mostró que los dos tipos de componentes en los ecosistemas: factores bióticos y abióticos, fueron los conceptos con mayor incidencia en un cambio conceptual amplio y correcto, lo cual no es sorprendente, ya que eran los conceptos más claros desde el inicio, por lo que la sesión complementó lo que los estudiantes ya sabían y permitió una construcción más amplia de dichos conceptos. En el caso de las definiciones de individuo, comunidad e interacción biótica, se encontró que fueron modificadas amplia y correctamente por un poco más de la mitad de los estudiantes, mientras que la otra mitad presentó un cambio conceptual breve y correcto. Mientras que los conceptos de población y ecosistemas, reflejaron su complejidad con más cambios conceptuales en la categoría de breve y correcto, así como en el cambio conceptual incorrecto o sin cambio.

Aunque el cambio conceptual registrado durante el primer cuestionario no llega a la cota máxima ideal, sin duda entra en un rango positivo muy aceptable, ya que precisamente el cambio conceptual se trata de un proceso de construcción personal no instantáneo, por lo que los estudiantes edifican sus propios significados a velocidades heterogéneas (Arnold, 2003; Pozo, 2006; Soler, 2006; Coll *et al.*, 2007). Por lo tanto, respuestas parcialmente correctas como: “*la población es el conjunto de individuos de la misma especie*”, o “*el ecosistema es un grupo de comunidades que comparten tiempo y espacio*” (Tabla 3.6), evidencian que el conocimiento efectivamente estaba en construcción, aunque esta edificación no se haya logrado completar en una sola intervención didáctica. También, es importante destacar que uno de los 19 alumnos, respondió el cuestionario al inicio pero no al final de la sesión, no porque se hubiera salido antes de que terminara la clase, sencillamente fingió contestar sin escribir nada en la hoja, situación que discutiremos ampliamente en la última sección de este capítulo.

El trabajo colaborativo de la primera sesión, el cuento sobre diversas interacciones bióticas, fue realizado exitosamente por todos los alumnos. Para lograrlo, los estudiantes organizados en pequeños equipos de tres a cuatro integrantes, tuvieron que echar a volar su imaginación para crear historias interesantes y divertidas sobre la depredación, el mutualismo, la competencia, etc., con la ayuda de la imagen y de las indicaciones del material didáctico proporcionado (Apéndice II). En la tabla 3.7 y 3.8, se muestran dos de las cinco narrativas que fueron redactadas por los participantes.

Paco el chato

Hace unos años en África donde los animales convivían en paz entre sí, excepto los leones, estaba Paco el antílope guapo. Amaneció con mucha comezón en todo su cuerpo, desde la cola hasta los cuernos sin saber por qué razón, decidió salir a buscar quién lo podía ayudar, le dijo a sus amigos si lo podrían rascar, le pidió ayuda al mandril, al cocodrilo y al caimán, pero como nadie lo pudo ayudar muy triste y solo se fue a llorar. De repente un pájaro a él se fue a encimar, de piquete en piquete la comezón se le empezó a quitar, uno a uno los pájaros se le montaron y más feliz se empezó a sentir, al final a un trato pudieron llegar, cuando él comezón empezara a tener los pájaros los piojos le iban a comer.

Figura 3.7. Cuento sobre mutualismo (interacción tipo: +,+) elaborado por uno de los equipos durante la primera sesión. La imagen correspondiente del material didáctico es un antílope con varias aves sobre el lomo, alimentándose de los parásitos de su pelaje. Contaron con media hora para realizar la actividad.

Acompañado es mejor

Había una vez un individuo acuático de nombre Pancho, él no tenía trabajo ni familia...estaba solo. Su objetivo era encontrar a una mujer de dónde agarrar, la cual lo mantuviera, aparte de saciarlo de amor.

Una individua acuática, viuda y con sobrepeso, salió a trabajar como de costumbre en su vida tan miserable. Un día su amiga Lety le recomendó entrar a www.citasenlínea.com para que encontrara un pescadazo. Ella, temerosa entró en la página, en la cual Pancho estaba inscrito, por lo que comenzaron una candente plática y decidieron verse a la hora del almuerzo.

La señora Gómez al momento de ver a Pancho se quedó pasmada ¿quién no podría enamorarse de aquel pescado alto, bronceado y guapo? Y él del mismo modo, se enamoró de la señora Gómez, aquella tiburoncilla viuda, gorda, multimillonaria, sola y con ganas de que le dieran...compañía.

Pancho dejó de ser sólo Pancho y se convirtió en Pancho de Gómez. La señora Gómez vivió feliz con Pancho pegado a su pecho. Ella feliz con el amor que Pancho le daba y, él satisfecho con ella que lo mantenía.

Figura 3.8. Cuento sobre comensalismo (interacción tipo: +,0) elaborado por uno de los equipos durante la primera sesión. La imagen correspondiente del material didáctico es un tiburón nadando con una rémora pegada a la parte inferior de su cuerpo. Contaron con media hora para realizar la actividad.

Las cinco narrativas elaboradas por los diferentes equipos, incluyeron todos los elementos especificados, un buen nivel de redacción así como una gran dosis de humor y creatividad (Figs. 3.7 y 3.8), lo cual queda confirmado con la creación de personajes inolvidables como Paco el antílope guapo o la solitaria, rolliza y multimillonaria tiburona Gómez. El único aspecto variable entre cada cuento fue la cantidad de faltas de ortografía, sin embargo, en ninguno de los casos hubo más de ocho errores ortográficos, lo cual fue digno de un aplauso en estos tiempos del “Ola ke ase”. Además

de construir adecuadamente la narración considerando la estructura literaria y el contenido biológico, los estudiantes se mostraron muy entusiasmados tanto en la redacción como en la lectura de los cuentos. La creación colaborativa de la narración generó numerosas y cómicas discusiones cuyos resultados delinearon el destino de las diversas historias plasmadas en papel. Mientras que compartir el cuento recién escrito con el resto del grupo, ocasionó orgullo en los novatos escritores e incluso, hubo quien no sólo leyó sino que actuó el relato.

Sin lugar a dudas, la creación literaria empleada como herramienta didáctica de acuerdo con el modelo de valor de la expectativa (Pintrich y De Groot, 1990; Wolters y Pintrich, 1998; Jacobs y Newstead, 2000; Eccles y Wigfield, 2002; Bruinsma, 2004), fomenta los tres componentes de la motivación intrínseca: el componente de expectativa, el componente de valor y el componente afectivo. El componente de expectativa se cubrió, gracias a que todos los participantes se sintieron con la capacidad de llevar a cabo exitosamente la actividad (Bacete y Doménech, 2002; Bruinsma, 2004). El diseño de una actividad interesante para los alumnos, de la cual tenían control e implicó un valor estético, abarcó el componente de valor (Pintrich *et al.*, 1991; Wolters y Pintrich, 1998; Ryan y Deci, 2000; Eggen y Kauchak, 2009). Mientras que el componente afectivo se efectuó al generar emociones positivas como la alegría y el orgullo.

En el video grabado durante esta primera sesión, al principio puede observarse cierto nerviosismo, ansiedad y curiosidad de los estudiantes ante una nueva profesora, quien bajo una situación fuera de lo ordinario llega a mitad de semestre y solamente dará cinco clases. Sin embargo a lo largo del desarrollo de la exposición-discusión, el grupo comenzó a participar cada vez con mayor entusiasmo, primero contestando las preguntas que la maestra hacía y después tomando la iniciativa para proponer otras preguntas, hacer comentarios de lo que habían visto sobre el tema en la televisión e incluso hacer bromas sobre el tema. El tono histriónico, relajado y cómico de la maestra así como las manzanas entregadas al inicio de la sesión, permitió el establecimiento de un clima áulico de confianza y buen humor, ideal para generar el diálogo profesor-alumno y posteriormente, crear un cuento sobre interacciones bióticas de manera colaborativa. No obstante, cabe señalar la importancia del control del grupo, ya que se mantuvo un equilibrio entre las bromas y el trabajo que debía realizarse durante la sesión mediante la exigencia de tomar apuntes a partir de lo redactado por la maestra en el pizarrón.

Segunda sesión

Durante la segunda sesión de la estrategia didáctica, llevada a cabo el día miércoles 2 de octubre de 2013, la asistencia fue de dieciocho estudiantes de los veinte inscritos en el grupo, de los cuales trece eran hombres y cinco eran mujeres. Como en la clase anterior, los alumnos también contestaron un cuestionario antes y después de la sesión (Apéndice III), en esta ocasión acerca de siete conceptos sobre los niveles tróficos del ecosistema. Algunas respuestas se muestran en la tabla 3.7.

	Al inicio de la sesión	Al final de la sesión
Productor primario	<i>Es el productor principal de algún proyecto. Personas del campo (granjeros, agricultores). Algo sin ser modificado, algo natural.</i>	<i>Son las plantas. Son los productores de oxígeno (plantas). El sol que da la mayor energía, el segundo son las piedras.</i>
Consumidor primario	<i>Es el que consume más de la manada. Los campesinos o gente. Es el principal consumidor de la cadena alimenticia.</i>	<i>Son los herbívoros. Son los animales que comen plantas. Los que comen plantas (vegetarianos, herbívoros), como jirafas y mariposas.</i>
Consumidor secundario	<i>Es el que come menos de la manada. Son los que comen ya después como en restaurantes. El hombre.</i>	<i>Son los carnívoros. Animales carnívoros, tiburones, leones y pirañas. Son los animales que se alimentan de consumidores primarios.</i>
Descomponedor	<i>Bichos y microbios. Hongos, bacterias.</i>	<i>Las bacterias y hongos. Son los organismos que se encargan de descomponer los organismos que ya murieron. Son las bacterias.</i>
Nivel trófico	<i>No sé.</i>	<i>Son los productores primarios, consumidores primarios y secundarios. Es aquel que contiene a los productores primarios, consumidores primarios y secundarios. Niveles en la cadena trófica, por ejemplo productor primario, consumidor primario y secundario.</i>
Cadena trófica	<i>No sé.</i>	<i>Es la cadena alimenticia como la de la víbora que come ratones, y los ratones comen grillos y los grillos a las plantas. Cadena lineal en la que se explica la depredación de las especies. Es una especie de cadena alimenticia lineal.</i>
Red trófica	<i>No sé.</i>	<i>Hay varias especies y como no se alimentan solo de una sino de varias especies hacen una red. Red más específica en la que se explica la solución en la alimentación entre diversas especies Es en la que se pueden alimentar de más de una especie por lo que no es lineal.</i>

Tabla 3.7. Respuestas de los estudiantes para el segundo cuestionario antes y después de la clase, contaron con diez minutos para contestarlo.

Antes de comenzar la clase, para los primeros tres conceptos la mayoría del alumnado tuvo varias ideas previas fuera de contexto como: “*los productores primarios son las personas del campo como granjeros y agricultores*”, “*los consumidores primarios son los campesinos o gente*”, “*los consumidores secundarios son los que comen ya después en restaurantes*” (Tabla 3.7). Estas ideas alternativas incorrectas, muestran la polisemia de algunas definiciones, igual que las ideas referentes a los niveles de organización ecológica analizadas en la sección anterior. Asimismo, estas concepciones previas, comprueban la arraigada visión antropocéntrica de nuestra cultura, con lo que, de acuerdo con García (2002), se destaca la importancia de enseñar fundamentos básicos de ecología en el bachillerato, debido a que aportan una visión biocéntrica fundamental para el debate social.

El concepto de descomponedor antes de la sesión, tuvo respuestas correctas no en lo relativo a la definición sino, en cuanto al ejemplo que los estudiantes utilizaron para explicar su idea previa: “*los descomponedores son bichos y microbios*”, “*son hongos y bacterias*”. Factiblemente la conocida frase ¡Lo vi con estos ojos que se han de comer los gusanos!, así como las populares películas y series sobre zombies, han ayudado en la divulgación del papel de los descomponedores. Lo cual apoya la idea de que la cognición narrativa, conceptualizada por Bruner (1988) y Amos y Wisniewski (1995), forma parte esencial del aprendizaje constructivo. En contraste, para los tres últimos conceptos del cuestionario: nivel, cadena y red trófica todos los asistentes contestaron “*no sé*”.

El cambio conceptual sobre los niveles tróficos de los 18 estudiantes que asistieron la segunda sesión (Fig. 3.9), muestra una gran variabilidad. El concepto de descomponedor fue el que más estudiantes modificaron satisfactoriamente, con un registro de 15 alumnos que tuvieron un cambio conceptual amplio y correcto. Los conceptos de cadena trófica, consumidor primario, consumidor secundario y red trófica, fueron modificados correctamente por más de la mitad de los estudiantes, con 14, 13, 12 y 11 estudiantes respectivamente, quienes cayeron en la categoría del cambio conceptual amplio y correcto. El concepto de productor primario reflejó su complejidad, ya que solamente siete estudiantes tuvieron un cambio conceptual amplio y correcto, mientras que ocho alumnos no tuvieron un cambio conceptual o si lo tuvieron fue incorrecto. Finalmente, el concepto de nivel trófico tuvo resultados muy contrastantes, ya que la mitad del alumnado lo comprendió amplia y correctamente, mientras que la otra mitad no lo entendió.

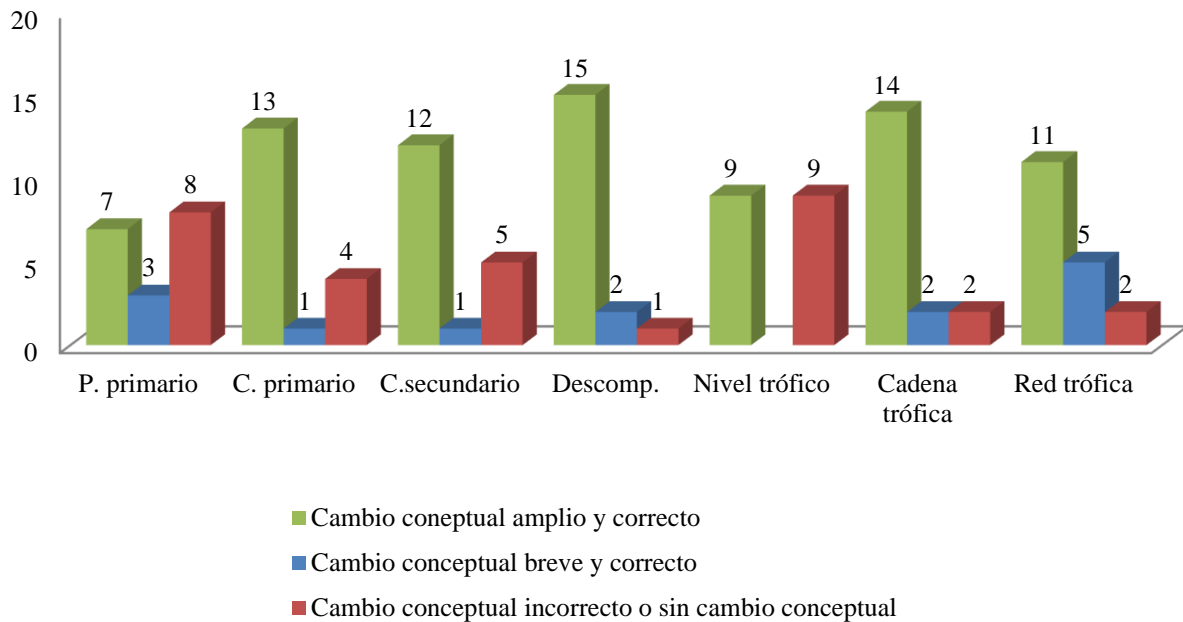


Figura 3.9. Registro del cambio conceptual de los 18 estudiantes participantes durante la segunda sesión. P. primario=productor primario; C. primario=consumidor primario; C. secundario=consumidor secundario; Descomp.=descomponedores.

El registro del cambio conceptual, fue considerablemente mayor que en la sesión anterior, ya que cinco de los siete conceptos cayeron en el rango de cambio amplio y correcto (Fig. 3.9), para más de tres cuartos del grupo en el caso de los conceptos: descomponedor, cadena trófica y, para un poco menos de tres cuartos de la población estudiantil en los conceptos: consumidor primario y secundario, así como red trófica. Lo que sin duda habla de un excelente y observable desempeño de los alumnos, a lo largo del desarrollo de la segunda sesión. Sin embargo, con los conceptos de productor primario y nivel trófico, se reconocieron menores avances en el cambio conceptual, ya que la mitad de los estudiantes tuvieron un cambio conceptual incorrecto o se mantuvieron sin cambios. Debido a esto, se presentaron respuestas como “*los productores primarios son los productores de oxígeno (plantas). El sol que da la mayor energía, el segundo son las piedras*”, en donde claramente se está confundiendo a las fuentes de energía con la función de los productores primarios dentro del ecosistema (Tabla 3.7). Asimismo, el cambio conceptual relativo al nivel trófico, tuvo un curioso resultado binario, en donde la mitad del grupo presentó un cambio conceptual amplio y correcto y, la otra mitad, registró un cambio incorrecto o sin cambio. La dualidad de respuestas en este concepto, es otra evidencia de la velocidad heterogénea en la construcción de significados.

Asimismo, en esta sesión, el trabajo colaborativo consistió en la elaboración y posterior exposición, de un esquema del ciclo de materia y energía dentro de un ecosistema en particular. Los alumnos fueron organizados en equipos llevaron a cabo la actividad con la ayuda del material didáctico diseñado (Apéndice IV), así como con los recursos didácticos proporcionados. Los diagramas elaborados por los estudiantes, se muestran en la figura 3.10.

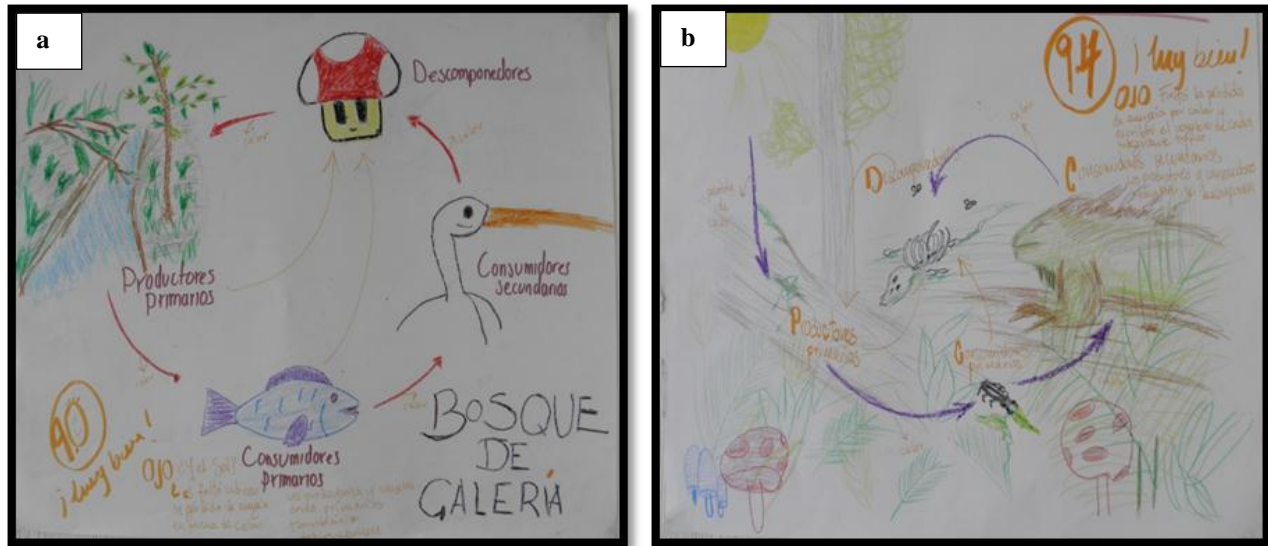


Figura 3.10 Esquema del ciclo de materia y energía dentro de un bosque mesófilo (a) y un bosque de galería (b), elaborado por los estudiantes durante la segunda sesión, contaron con cuarenta minutos para elaborarlo.

Durante la realización del esquema del flujo de materia y energía, los estudiantes se mostraron alegres y altamente creativos. Las dos fotografías de cada tipo de ecosistema que formaron parte del material didáctico empleado, guiaron y motivaron la actividad (Apéndice IV). Todos los equipos incluyeron todos elementos que se pedían, con excepción de la pérdida de energía en forma de calor, que no todos indicaron. Asimismo, algunas ilustraciones (Fig. 3.10 b) mostraban un escenario completo, lo que indica una comprensión más integral del concepto de ecosistema, mientras que la mayoría de los equipos ilustraron un ciclo con elementos aislados (Fig. 3.10 a). La posterior exposición de cada esquema fue complicada en términos de orden, debido a la ansiedad general por salir un poco antes del término de la clase. Sin embargo, con todo y las constantes llamadas de atención para pedir silencio, todos los equipos lograron explicar cómo sucede el flujo de materia y energía dentro de un ecosistema.

En el video grabado a lo largo de esta segunda sesión también se registró un clima áulico positivo, ya que los estudiantes participaron con entusiasmo a lo largo de toda la clase. Durante la exposición-discusión se emplearon analogías y bromas de “El Rey León” y “Buscando a Nemo”, películas animadas que el alumnado completo había visto con anterioridad y que presentan varias alusiones a los niveles tróficos. Mientras que a lo largo del trabajo colaborativo, igual que la redacción del cuento, el esquema ilustrado sobre el ciclo de materia y energía dentro del ecosistema, fomentó la motivación intrínseca del estudiantado, en sus componentes de expectativa de valor y afectivo. Aunque no todos los estudiantes tuvieron la misma habilidad para el dibujo, todos presentaron una gran disposición para realizar los esquemas, la actividad implicó un reto interesante y fue generadora de emociones positivas.

Tercera sesión

Realizada el día viernes 4 de octubre de 2013 esta sesión de la propuesta didáctica fue la única clase de una hora debido a que así están organizados los horarios dentro del Colegio de Ciencias y Humanidades. La asistencia estudiantil fue la menor de todas las sesiones con catorce alumnos, de los cuales diez eran hombres y cuatro eran mujeres, de los veinte inscritos en el grupo. Así mismo, ninguno de los estudiantes cumplió con llevar la tarea encargada, lo cual no es de sorprender con un grupo adolescente prestado, además en horario de última clase de viernes por la noche. Debido a esto, esta sesión consistió en dialogar sobre las preguntas de la tarea y no se cuenta con un producto de esta clase.

El diálogo registrado en la grabación en video de esta sesión, muestra al grupo ávido por participar para comentar sus opiniones sobre las implicaciones humanas en el daño a los ecosistemas. La discusión fue interesante para el estudiantado, ya que de los catorce asistentes, doce estuvieron participando constantemente, algunos comentando noticias que habían visto o leído, otros mencionaron anécdotas personales sobre malos manejos del ecosistema y, un par hicieron propuestas para hacer frente a los daños ecológicos causados por el hombre.

Cuarta sesión

Durante la cuarta clase llevada a cabo el lunes 7 de octubre de 2013, la asistencia fue de 17 estudiantes, de los cuales doce eran hombres y cinco eran mujeres. Igual que en la primera y segunda sesión, los alumnos contestaron un cuestionario (Apéndice V) acerca de la relación de la física con la ecología antes y después de la sesión para conocer si hubo o no cambio conceptual en los estudiantes, en la tabla 3.8 se muestran algunas de sus respuestas.

	Al inicio de la sesión	Al final de la sesión
¿Cómo relacionas la ecología con la física?	<i>Pues la física estudia el movimiento de los objetos, entonces todas las acciones que ocurren las estudia la física. Con la naturaleza. Por los cambios que ocurren como el clima y otras cosas.</i>	<i>Se relacionan porque en la ecología se necesita de la energía y las leyes físicas funcionan con ellos. En la ley de la termodinámica y los porcentajes de productores, herbívoros y carnívoros. En los ecosistemas hay intercambio de materia y energía el cual se explica por las leyes de la física.</i>
¿Cómo entra y sale materia del ecosistema?	<i>Pues los humanos al transportar alimentos animales o algunos animales emigran. Por medio de los consumidores, es decir, los que habitan en el ecosistema, cuando salen la intercambian con otros seres vivos. En forma de calor y de los animales que es la materia.</i>	<i>Entra por medio de ríos, la caída de partículas de la atmósfera, la inmigración, fijación de nitrógeno por hongos y bacterias, contaminación. Sale por medio de ríos, emigración, liberación de gases a la atmósfera, erosión y extracción o cosecha de materiales por seres humanos. Entra y sale por diferentes vías como por ejemplo ríos, contaminación, etc. Por el río, la migración y emigración de animales y dispersión de semillas.</i>

Tabla 3.8. Respuestas de los estudiantes para el tercer cuestionario antes y después de la clase, contaron con diez minutos para contestarlo.

Las ideas previas volcadas en el cuestionario antes de la clase (Tabla 3.9), mostraron ser ambiguamente correctas y nuevamente con una perspectiva casi exclusivamente antropocéntrica, con afirmaciones como: “*la ecología y la física se relacionan por los cambios que ocurren, como el clima y otras cosas*” y “*la materia entra y sale del ecosistema cuando los humanos transportan alimentos y animales, o cuando algunos animales emigran*”. En contraste, al final de la sesión el cambio conceptual registrado para las dos preguntas del cuestionario reflejó un muy buen desempeño estudiantil, ya que en ambas preguntas, más de la mitad de los participantes mostraron un cambio conceptual amplio y correcto (Fig. 3.11), con respuestas correctas y completas como: “*la ecología y la física se relacionan en los ecosistemas, en donde hay intercambio de materia y energía el cual se explica por las leyes de la física*” y “*la materia entra del ecosistema por medio de ríos, la*

caída de partículas de la atmósfera, la inmigración, fijación de nitrógeno por hongos y bacterias, contaminación. Y sale por medio de ríos, emigración, liberación de gases a la atmósfera, erosión y extracción o cosecha de materiales por seres humanos”.

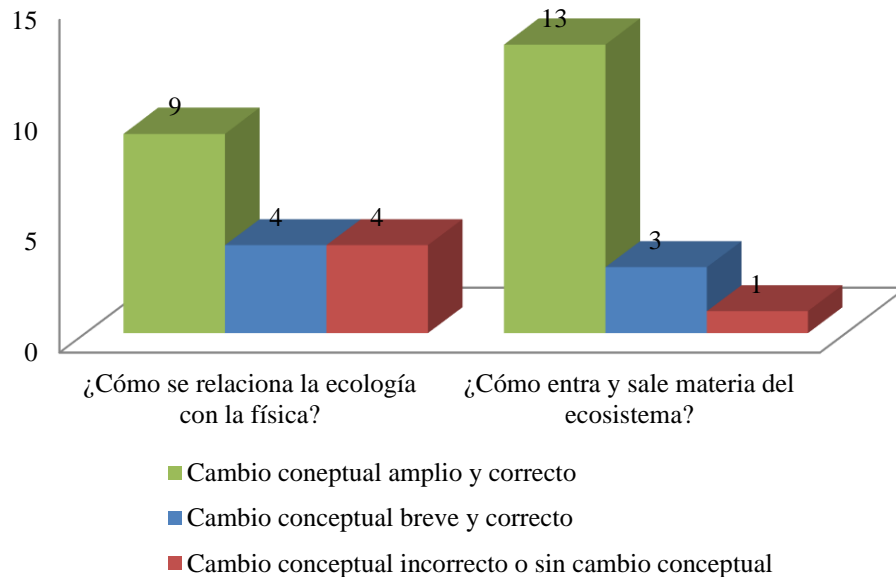


Figura 3.11. Registro del cambio conceptual de los diecisiete estudiantes participantes durante la cuarta sesión.

El cambio conceptual registrado para el cuestionario de la cuarta sesión (Fig. 3.11), indica que la primera pregunta: “¿Cómo relacionas la ecología con la física?”, tuvo una modificación conceptual satisfactoria para 9 de los 17 alumnos participantes. Mientras que para la segunda pregunta: “¿Cómo entra y sale materia del ecosistema?”, incrementó el cambio conceptual, ya que se registró en 13 de los 17 estudiantes. No obstante, en la primera pregunta se registraron cuatro estudiantes con un cambio conceptual breve y correcto, así como cuatro estudiantes con un cambio incorrecto o sin cambio. Posiblemente esto se deba a que el nivel de abstracción necesario para unir cognitivamente la ecología con la física, está lejos de ser un asunto trivial, ya que se trata de transformar simples propiedades en relaciones fundamentales (Moreira y Greca, 2003), lo cual precisa de una mayor cantidad de tiempo, que permita establecer más de un punto de inflexión entre ambos temas. Finalmente, cabe mencionar que, tal como sucedió en la primera sesión, hubo un estudiante que no contestó el instrumento evaluativo al final de la sesión.

El trabajo colaborativo desarrollado durante la cuarta sesión consistió en la elaboración de un esquema ilustrado sobre un ciclo biogeoquímico en particular por los alumnos organizados en pequeños equipos de tres a cuatro integrantes, con la ayuda del recurso didáctico previamente diseñado (Apéndice VI) y los materiales didácticos proporcionados. En la figura 3.12, se muestran dos de los cinco esquemas realizados en la clase.

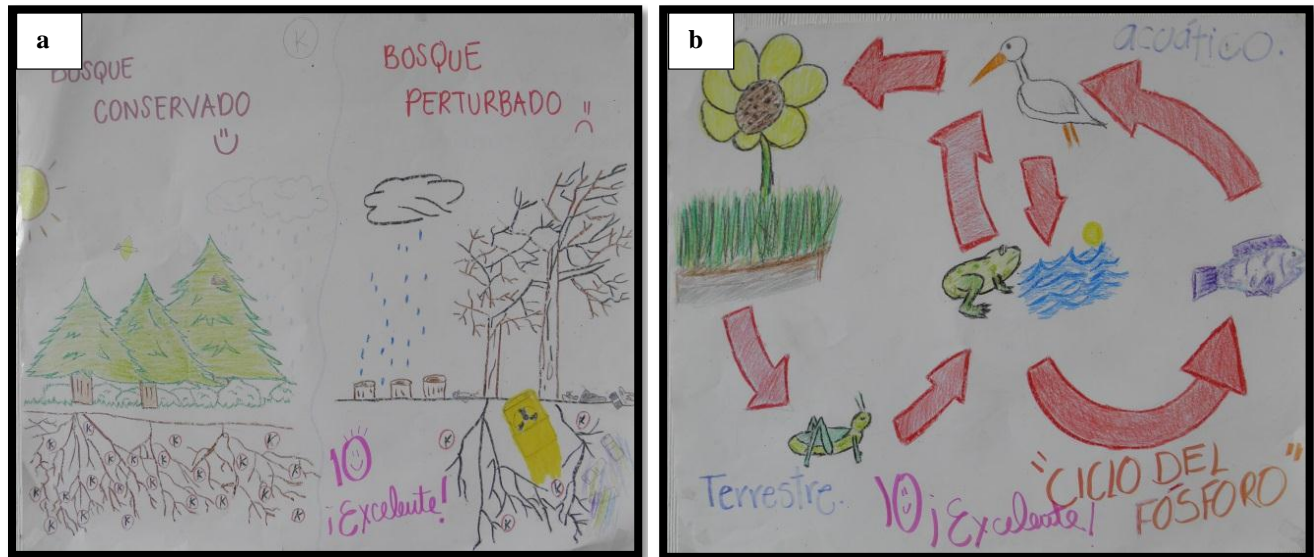


Figura 3.12. Esquema del ciclo biogeoquímico del potasio (a) y del fósforo (b), elaborado por los estudiantes durante la cuarta sesión, contaron con cincuenta minutos para elaborarlo.

Los alumnos elaboraron los esquemas con la ayuda del material didáctico que en esa ocasión no incluía imágenes, por lo que el esfuerzo para realizar la actividad fue mayor. Esto, en lugar de desalentarlos, motivó su participación y creatividad permitiendo la generación de muchas preguntas así como la elaboración de esquemas más complejos, incluso comparativos entre un ciclo estable y uno perturbado (Fig. 3.12 a). Además, el incremento en el nivel del reto ofrecido por la actividad, ocasionó que durante las exposiciones, el grupo estuviera más tranquilo, debido a que había más interés por entender cada cartel y a que cada ciclo expuesto era distinto.

El video grabado durante esta sesión mostró otra cara del mismo grupo ya que ese día no asistió el alumno más bromista y difícil de controlar, por lo que el ambiente de la clase fue más tranquilo y manejable aunque igualmente cálido y participativo. Incluso, hubo dos estudiantes cuya participación había sido exclusivamente bajo petición de la maestra, que ese día participaron

voluntariamente a lo largo de la exposición-discusión, lo que muy posiblemente se deba a que en la ausencia del alumno bromista se genera más confianza dentro de los estudiantes más tímidos, que bajo una presión social menor se deciden por fin a comentar o preguntar algo en plenaria.

Quinta sesión

En la quinta y última sesión llevada a cabo el miércoles 9 de octubre de 2013, la asistencia fue total, con 20 estudiantes de los 20 inscritos en el grupo, de los cuales 14 eran hombres y 6 eran mujeres. Durante esta clase, los estudiantes elaboraron su primera evaluación final, al redactar un guión para una obra de teatro que montaron en escena al final de la sesión (Apéndice VII). El grupo fue dividido en dos grandes equipos de diez integrantes cada uno y, contaron con una hora y media para crear el guión y el escenario, así como diez minutos para montar en escena cada obra de teatro. El siguiente guión es uno de los dos que se redactaron durante la sesión (Tablas 3.9 y 3.10).

<p style="text-align: center;"><i>El drama del oso polar</i> <i>(Tragicomedia que habla por sí sola...-muda-)</i></p> <p><i>Personajes:</i> <i>Oso polar</i> <i>Pingiüino 1</i> <i>Pingiüino 2</i> <i>Hombre</i> <i>Pez</i> <i>Chico del cartel</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Sinopsis</i></p> <p><i>“El drama del oso polar”, es una pequeña tragicomedia muda que trata de mostrar cosas comunes en la vida resumida de un oso polar, resalta sus actividades principales como: la convivencia con otros animales, la hora de comer y, agrega lo común que ahora es tener que lidiar con los problemas que causa el hombre (calentamiento global, destrucción de ecosistemas, etc.). La historia agrega al mismo tiempo a un humano común, que contamina (por eso es común), y daña directa e indirectamente al oso polar.</i></p> <p><i>El trágico final, mostrará lo vulnerable que es el oso polar y, por lo tanto, lo fácil que podemos perderlo.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Objetivo</i></p> <p><i>Mostrar la importancia de la conservación de las especies en general, y resaltar la sana convivencia que tienen los animales entre ellos mismos; contrastando el desorden y el daño que hace el ser humano a los ecosistemas.</i></p>

Tabla 3.9. Primera parte del guión elaborado por uno de los equipos participantes, durante la quinta sesión, contaron con una hora y media para redactar el guión y montar en escena la obra de teatro.

Guión

Escena 1 (Polo Norte)

Aparece el chico del cartel que dice:

“Cosas comunes en la vida de un oso polar”

Después aparece en el escenario un oso polar, está sentado en el suelo, se nota que es el inicio de su día. El oso se levanta lentamente para simular su vulnerabilidad, mira hacia todos lados como “curioseando”, y de repente se encuentra a dos pingüinos y parece tener una buena relación con ellos ya que tienen una “conversación” (la conversación se simula con sonidos).

Enseguida se atraviesa el chico del cartel en medio del escenario, con un cartel que dice:

“Los seres vivos viven en ARMONÍA, solo obedecen leyes naturales”

A lo que se refiere es que los animales no actúan de manera egoísta como lo hacen los seres humanos, sino que obedecen a su naturaleza.

(Salen de escena los pingüinos y el oso).

Escena 2 (Ciudad)

Aparece de nuevo el chico de los carteles, ahora el texto dice:

“Mientras tanto en la ciudad...”

Se ve una ciudad oscura, con muchos autos contaminando.

Escena 3 (Polo Norte)

Aparece el oso y camina un poco, después se queda pensando y se le ocurre algo. Aparece de nuevo el chico del cartel, ahora su mensaje es:

“¡Hora de comer!”

(Empieza música de Pacman). Después el oso comienza a comer peces (trata de mostrar la supervivencia del más apto). El último pez, espantado, grita y el oso lo mira durante un tiempo y al final...se lo come con gracias (el oso sale de escena caminando).

Escena 4

Enseguida aparece el humano con un arma y se muestra un mensaje cerca de él que dice:

“¡Buen día para ir de cacería!” (Sale de escena).

Escena 5

Aparece de nuevo el oso, pero ahora cuando quiere caminar hacia un lado no puede, intenta hacerlo al otro lado y tampoco puede. Termina quedándose encima de un pequeño trozo de hielo (el oso parece triste), alrededor hay muchas cosas que lo amenazan: el cazador, el calentamiento global, la contaminación, extinción, egoísmo humano, desaparición de su hábitat.

Y así aparece el chico de los carteles con su último mensaje:

“Los problemas causados por el hombre, que amenazan al oso polar, ahora son una parte común de su vida. Esto no debería ser posible. Cuida la naturaleza”

FIN

Tabla 3.10 Segunda parte del guión elaborado por uno de los equipos participantes, durante la quinta sesión. Contaron con una hora y media para redactar el guión y montar en escena la obra de teatro.

Para facilitar, guiar y agilizar el proceso creativo durante la producción y montaje de la obra de teatro, en el material didáctico proporcionado se les otorgó una lista de cuatro posibles títulos, así como una lista de conceptos por incluir. Asimismo, la docente otorgó recursos para elaborar los distintos escenarios y vestuarios. Ambos equipos redactaron exitosamente el guión, elaboraron al menos dos escenarios, así como vestuario, e inclusive un equipo incluyó musicalización e iluminación. La organización fue adecuada, ya que todos los miembros de cada equipo trabajaron constantemente. Sin embargo, la puesta en escena fue por mucho, la actividad más complicada de dirigir de toda la estrategia didáctica. Si recordamos, como se mencionó en la introducción, que el grupo donde se llevó a cabo la secuencia fue prestado únicamente para la realización de este trabajo, no es sorpresivo que una actividad tal como actuar en una obra de teatro, sea difícilmente tomada en serio por los alumnos. En el video grabado durante las dos puestas en escena, a la mayoría de los actores les costaba demasiado trabajo mantenerse en su papel y decir sus líneas sin reír, provocando marejadas de carcajadas en el público estudiantil, lo que hizo del “*Drama del oso polar*” una comedia y, convirtió a “*La gran pelea de los cangrejos ermitaños*” en una competencia de risas.

El caótico desarrollo de las puestas en escena en términos de orden, fue sin duda uno de los factores que más intervino en el reducido recuerdo de las obras de teatro, registrado en el examen realizado 40 días después el cual analizaremos en la siguiente sección, ya que transformó una experiencia didáctica divertida en una experiencia exclusivamente lúdica. A pesar de que en esta actividad no se obtuvieron los mejores resultados, es altamente probable que si se lleva a cabo con un grupo propio, asignándole más tiempo de realización así como un valor dentro de la evaluación del curso, las obras de teatro, puedan emplearse como una herramienta didáctica útil. Debido a que es una actividad que integra diversas habilidades y puede incluir un gran número de conceptos. Haciendo un balance general sobre el empleo de las distintas herramientas artísticas como móvil para hacer llegar el conocimiento biológico a los alumnos, es posible afirmar que tanto el cuento, como las ilustraciones y la obra de teatro, son excelentes instrumentos de aprendizaje. Ya que por un lado, generaron la motivación intrínseca de los estudiantes en sus tres componentes, mientras que por otra parte ayudaron en la construcción del conocimiento biológico. Sin lugar a dudas, el navío construido estuvo provisto de armas adecuadas, las cuales tuvieron un alto y favorable impacto en el alumnado, en lo relativo a motivación y aprendizaje del contenido científico.

Evaluación

Evaluación de los estudiantes

La evaluación de los estudiantes fue realizada de manera continua, al contestar las rúbricas diseñadas específicamente para cada sesión de la presente estrategia didáctica, las cuales consideran tanto la participación y actitud de los estudiantes, como su cambio conceptual y la evaluación de los productos elaborados en clase (Apéndice VIII). Dichas rúbricas fueron elaboradas con la idea de evaluar al alumnado considerando equitativamente los aprendizajes procedimentales y actitudinales y conceptuales. Cada rúbrica considera los dos modelos de enseñanza empleados (el modelo de exposición-discusión y el modelo de trabajo colaborativo) y consta de dos segmentos básicos, uno que evalúa el cambio conceptual, la participación y la actitud de los estudiantes de manera individual, y otro que valora el trabajo colaborativo llevado a cabo en pequeños grupos. Para calcular la evaluación de cada rúbrica, basta con sumar los puntos obtenidos en cada categoría y realizar una sencilla regla de tres.

Los resultados de la evaluación del desempeño estudiantil durante la primera sesión fueron muy satisfactorios (Fig. 3.13), al obtener una evaluación general de 8.14. El interés individual en el cuento, así como su evaluación en equipo, fueron las dos categorías con mayor puntuación. La actitud individual en clase, referida a la participación, la actitud y el orden fue la categoría con menor puntaje, sin duda influenciado por la confianza que apenas se estaba comenzando a crear.

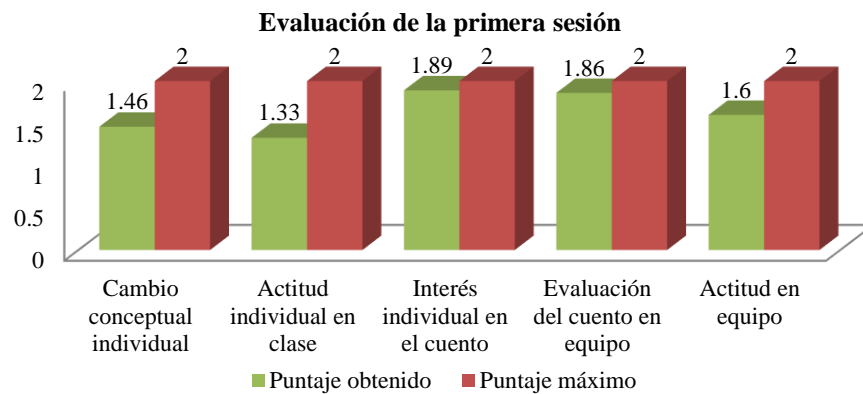


Figura 3. 13. Resultados del desempeño estudiantil: durante la primera sesión, donde la calificación final del grupo fue igual a 8.14.

Durante la segunda sesión (Fig. 3.14), se consiguió una evaluación general satisfactoria de 7.89. Se registraron algunos valores similares a los obtenidos en la primera sesión, ya que nuevamente el interés individual en la elaboración del esquema y su evaluación en equipo, fueron las dos categorías con mayor puntuación. Sin embargo, en esta ocasión el cambio conceptual individual fue la categoría que registró el menor número de puntos, seguido de la actitud en equipo, debido como ya se mencionó con anterioridad, a la complejidad de los conceptos ecológicos estudiados durante la sesión.

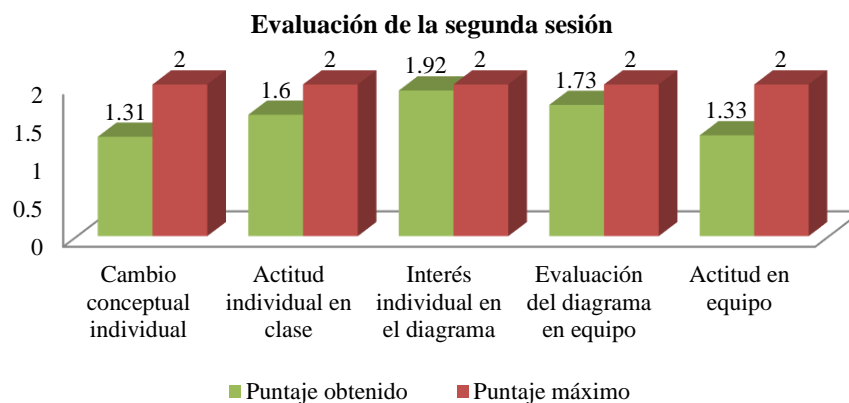


Figura 3. 14. Resultados del desempeño estudiantil durante la segunda sesión, donde la calificación final del grupo fue igual a 7.89.

Debido a que durante la tercera sesión solamente se dialogó con los estudiantes acerca de la influencia humana en el deterioro de los ecosistemas, la evaluación solamente consideró la actitud individual, registrando una evaluación general satisfactoria de 8.24 (Fig. 3.15).

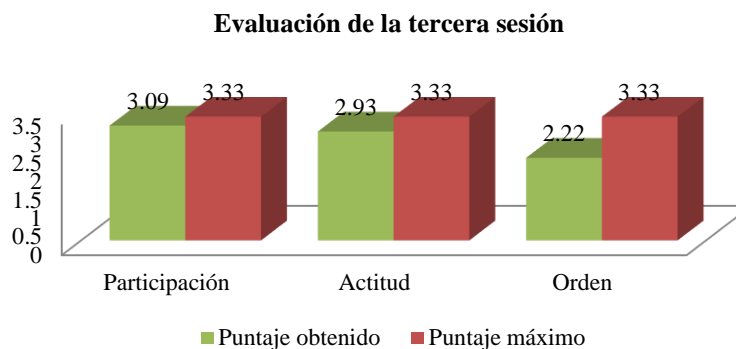


Figura 3. 15. Resultados del desempeño estudiantil durante la tercera sesión, donde la calificación final del grupo fue igual a 8.24.

El desempeño estudiantil durante la cuarta sesión (Fig. 3.16), obtuvo 8.30 de evaluación general. En esta ocasión también se registraron los mayores puntajes en el interés individual en la elaboración del esquema y en la evaluación del diagrama en equipo. Mientras que la actitud individual en la clase fue la categoría con menor puntaje. Cabe destacar que el cambio conceptual individual durante esta sesión, fue el que mayor puntuación obtuvo dentro de toda la secuencia didáctica.

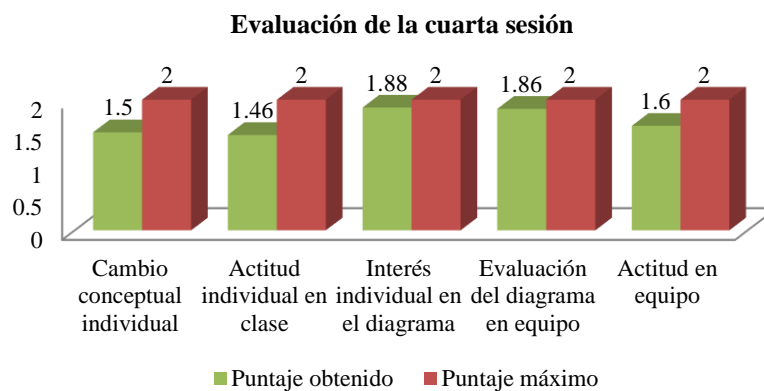


Figura 3. 16. Resultados del desempeño estudiantil durante la cuarta sesión, donde la calificación final del grupo fue igual a 8.70.

Finalmente durante la quinta y última sesión (Fig. 3.17), donde los estudiantes crearon y montaron en escena una obra de teatro, a partir de un guión que redactaron con la ayuda del material didáctico proporcionado (Apéndice VII), se registró una evaluación general de 8.70, la mejor puntuación de toda la secuencia para esta categoría, a pesar de la poca seriedad en el montaje en escena, ya que durante la fase de elaboración todos los participantes mostraron gran interés y entusiasmo. En esta última sesión la actitud individual fue la categoría con mayor puntuación, mientras que la evaluación de la obra de teatro y la organización de los equipos, presentaron el mismo número de puntos.

Evaluación de la quinta sesión

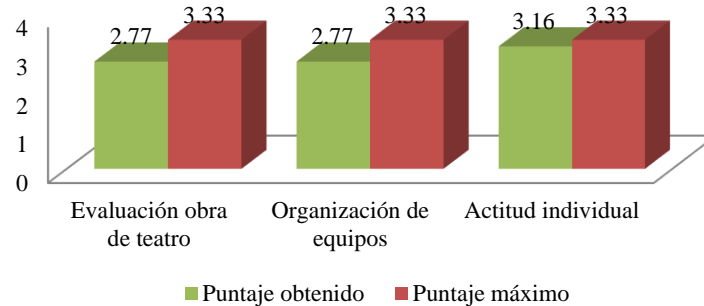


Figura 3.17. Resultados del desempeño estudiantil durante la quinta sesión, donde la calificación final del grupo fue igual a 8.70.

El puntaje obtenido en cada categoría evaluada a lo largo de todas las sesiones, fue comparado entre sí en un gráfico de barras (Fig. 3.18), lo que permite observar la proporción equilibrada del aprendizaje obtenido. Así mismo el promedio general de cada sesión (Fig. 3.19), muestra una tendencia positiva, aunque con una leve depresión durante la segunda sesión.

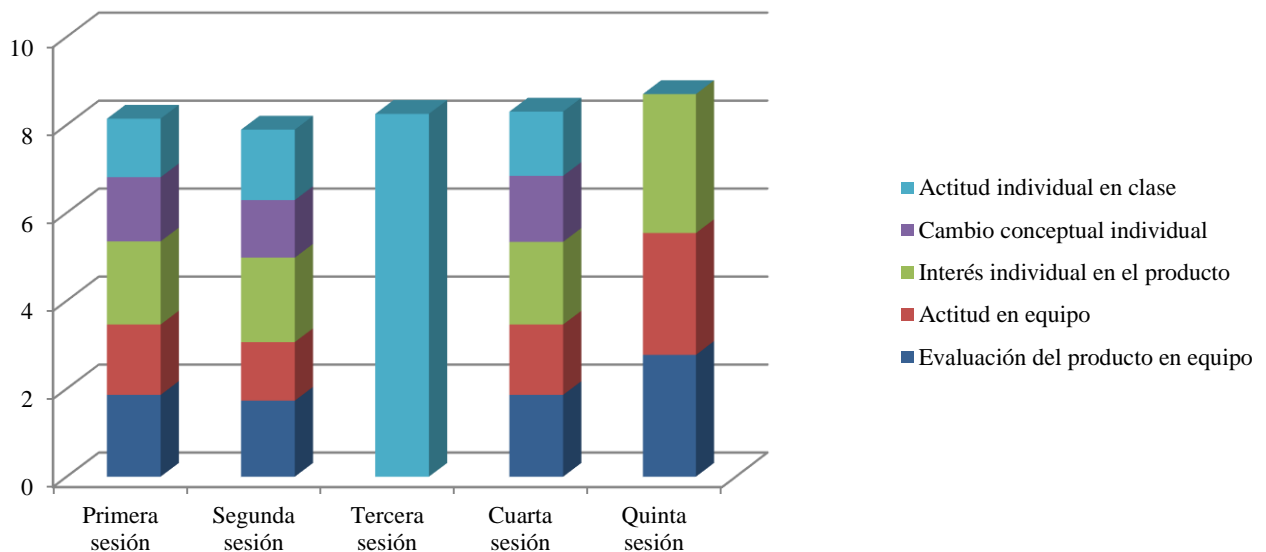


Figura 3.18. Comparación de cada categoría evaluada durante las cinco sesiones de la estrategia didáctica.

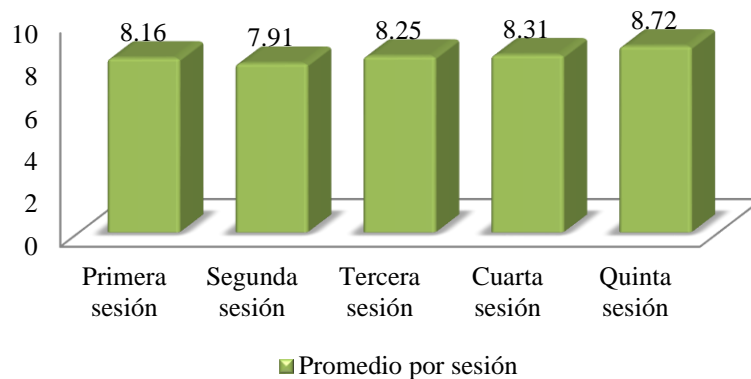


Figura 3.19. Comparación de la evaluación del desempeño estudiantil registrada para cada sesión.

Cuarenta días después de la última sesión los estudiantes sin previo aviso, presentaron un breve examen que contenía las siguientes preguntas: 1) define con tus propias palabras qué es el ecosistema; 2) menciona tres ejemplos de: productores primarios, consumidores primarios y consumidores secundarios; 3) cuéntame el cuento sobre interacciones bióticas que escribiste en equipo; y 4) ¿De qué se trató la obra de teatro en la que participaste? Los resultados obtenidos fueron graficados con referencia en el cambio conceptual observado (Fig. 3.20), así como en la presencia y amplitud de la memoria (Fig. 3.21).

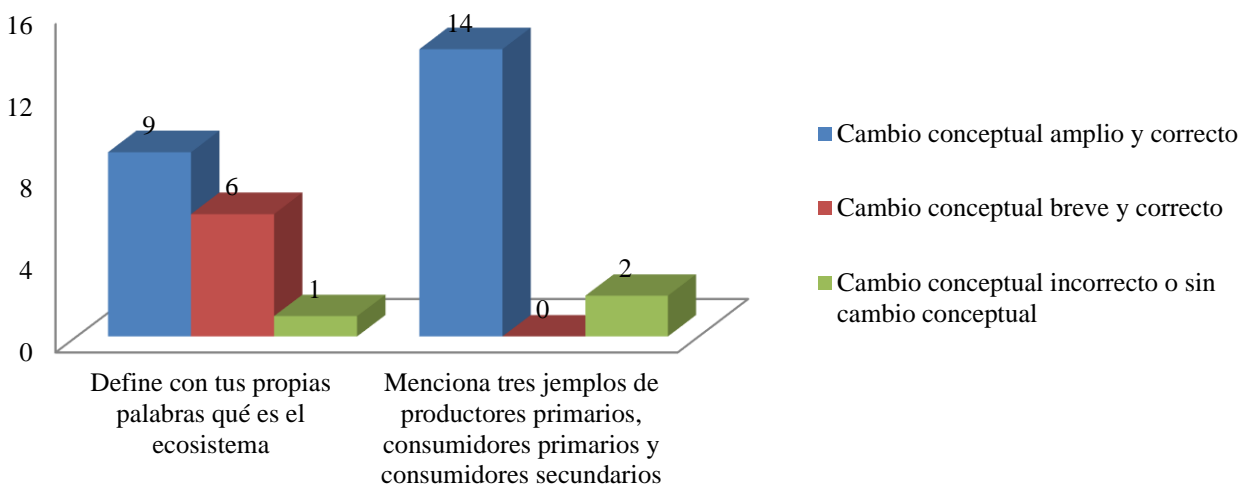


Figura 3.20. Evaluación de las preguntas uno y dos del examen elaborado el lunes 18 de noviembre de 2013.

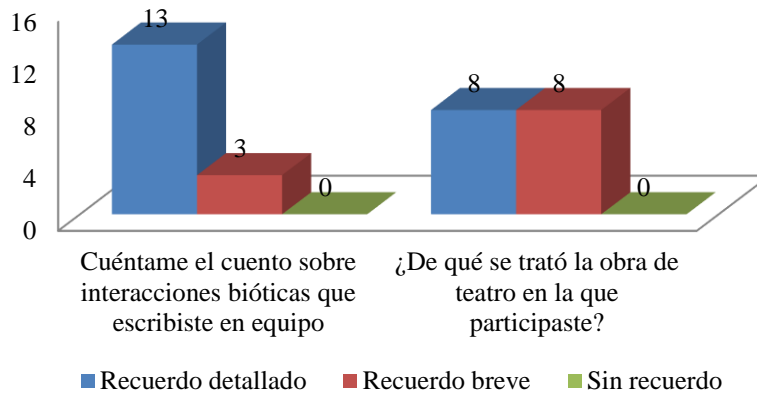


Figura 3.21. Evaluación de las preguntas dos y tres del examen elaborado el lunes 18 de noviembre de 2013.

Los resultados de este examen, fueron tremendamente satisfactorios, ya que para todos los casos la mitad o más de la mitad de los participantes contestaron amplia y correctamente a las cuatro preguntas realizadas (Figs. 3.20 y 3.21). La primera pregunta, sin duda fue la más complicada, debido a que el concepto de ecosistema integra el flujo de materia y energía con la interacción entre factores bióticos y abióticos. Por ello, por más que la maestra hizo hincapié repetidas veces a lo largo de las cinco sesiones en la explicación de este concepto, nueve alumnos tuvieron un cambio conceptual amplio y correcto, seis estudiantes presentaron un cambio conceptual breve y correcto y un alumno tuvo un cambio conceptual incorrecto. Al comparar el resultado de esta pregunta con el obtenido en la conceptualización de ecosistema durante la primera sesión de la estrategia (Fig. 3.1), se puede observar que el cambio conceptual se mantuvo constante. Al parecer, todo indica que el concepto de ecosistema necesita de más tiempo para ser construido satisfactoriamente por todos los miembros de un grupo de bachillerato.

La segunda pregunta fue la que más alumnos pudieron contestar correctamente, pues 14 de los 16 asistentes pudieron mencionar exitosamente tres ejemplos de productores primarios, consumidores primarios y consumidores secundarios, mientras que solamente dos participantes no pudieron hacerlo. Incluso, hubo estudiantes que incluyeron algunas bromas que había mencionado la docente para explicar los diferentes niveles tróficos. Los resultados de esta pregunta demuestran que, aunque el concepto de productor primario no había quedado muy claro después de la segunda sesión

donde se estudió el tema (Fig. 3.9), el significado del concepto siguió construyéndose a lo largo del resto de la secuencia didáctica.

En cuanto al tercer y cuarto reactivo del examen (Fig. 3.21), referentes al recuerdo del cuento escrito en equipo sobre una interacción biótica en particular, así como de la obra de teatro creada y montada en escena, se obtuvieron estupendos resultados, ya que todos los participantes examinados tuvieron un recuerdo de las dos creaciones. El cuento fue recordado detalladamente por 13 alumnos, mientras que solamente tres tuvieron un recuerdo breve. Sorpresivamente hubo algunos casos donde se re-escribieron pedazos completos del texto original, fue imposible analizarlo a pesar de contar con los videos de las sesiones, pero es altamente probable que aquellos estudiantes que re-escribieron fragmentos del cuento original, hayan sido precisamente quienes plasmaron todas las ideas del equipo en el papel. Las obras de teatro creadas y montadas en escena, registraron un menor nivel de recuerdo en comparación con el cuento, esto debido a que la mitad del grupo recordó detalladamente la obra en la que participó y la otra mitad lo recordó brevemente. El resultado del ejercicio histriónico, aunque positivo, es perfectible, ya que su eficacia parcial tuvo origen en factores actitudinales que se expondrán posteriormente.

El análisis de los resultados obtenidos en los tres cuestionarios y el examen elaborado 40 días después de haber concluido la secuencia didáctica diseñada, permite asegurar que el cambio conceptual sobre los temas ecológicos estudiados en las clases, fue correcto y significativo en la mayoría de los estudiantes del grupo, por lo que, podemos afirmar que nuestro barco logró llegar a buen puerto. Además, los resultados perfilan que el empleo de la creación de cuentos y obras de teatro, son una importante y jugosa herramienta didáctica en la enseñanza de las ciencias en el bachillerato.

Evaluación de la maestra

Al final de la quinta y última sesión, la veintena de estudiantes asistentes respondieron una rúbrica para evaluar tanto la eficacia y pertinencia de las actividades de enseñanza, como la calidad en el desempeño de la maestra a lo largo del desarrollo de la estrategia didáctica (Apéndice IX). En la evaluación correspondiente a las actividades de enseñanza (Fig. 3.22), la mayoría de los alumnos ubicaron en el rango “siempre” a las seis características analizadas, mientras que una minoría contestó que dichas características se cumplían “casi siempre” y, finalmente tres estudiantes ubicaron en el rango “algunas veces” a las categorías: “*El tiempo determinado para cada actividad fue adecuado*” y “*Los temas fueron interesantes*”.

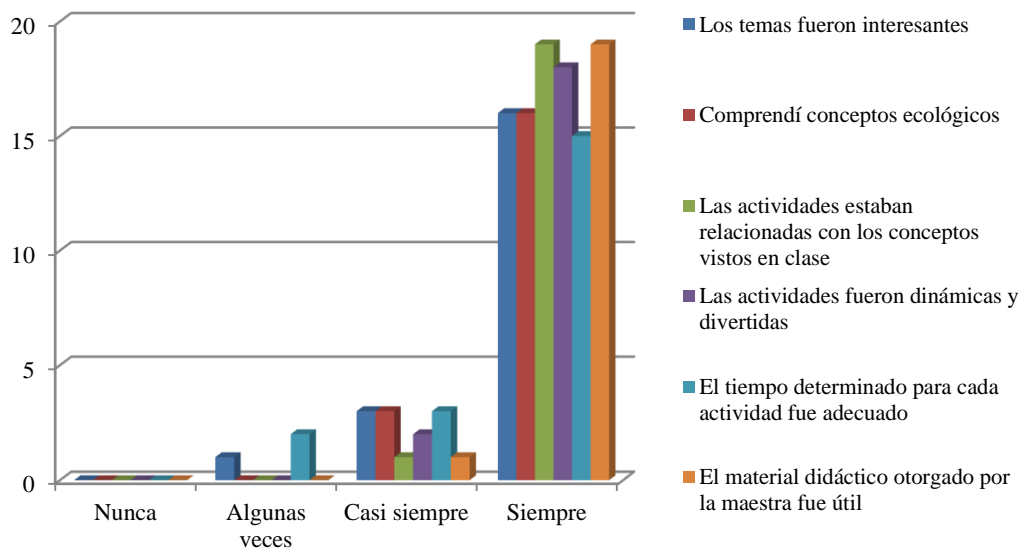


Figura 3.22. Evaluación de los estudiantes sobre las actividades de enseñanza empleadas en la estrategia didáctica.

En la evaluación correspondiente al desempeño de docente (Fig. 3.23 a y b), la mayoría de los estudiantes ubicaron en el rango “siempre” a las 10 características analizadas, mientras que la minoría de los alumnos ubicaron en el rango “casi siempre” a siete de estas características. Cabe destacar, que siete estudiantes, ubicaron la característica “*supo manejar y controlar al grupo*” en el rango de “casi siempre”. Finalmente, algunas de las respuestas de los estudiantes, a las preguntas abiertas, se muestran en la tabla 3.11.

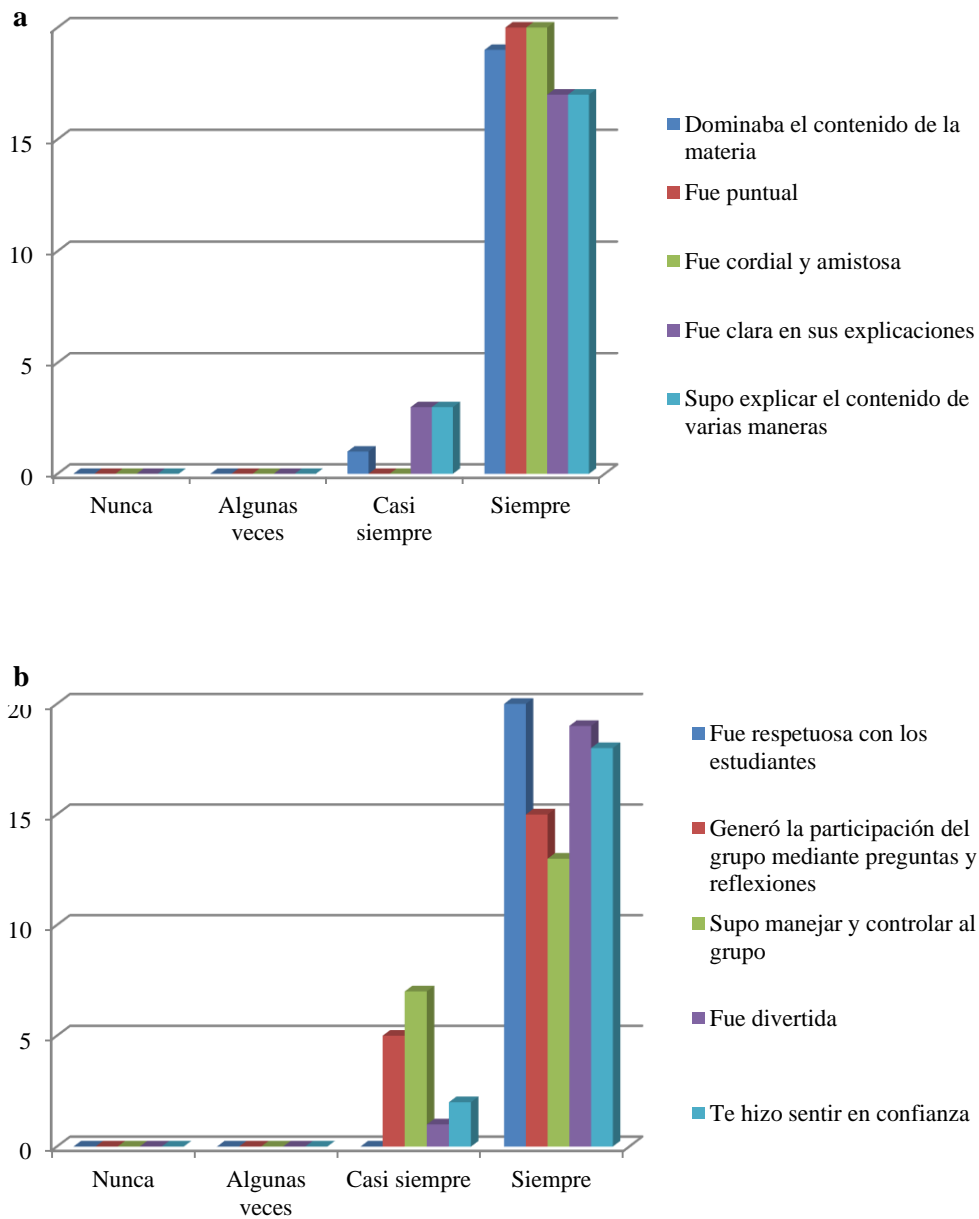


Figura 3. 23. Evaluación de los estudiantes sobre el desempeño docente durante la estrategia didáctica.

Preguntas	Respuestas de los estudiantes
<p>¿Qué aprendiste?</p>	<p><i>Aprendí un poco más sobre lo que son los procesos de la naturaleza, adentrándonos cada vez más en la importancia de mantener nuestros ecosistemas funcionando de forma estable, aprendiendo todo lo que lo conforma y cómo cada organismo vivo tiene su función dentro de él, así como los componentes más importantes de la naturaleza y el papel que ejercen día con día.</i></p> <p><i>Pues creo que lo más importante que aprendí, fue que el humano está destruyendo ecosistemas a gran escala, y que son muy valiosos porque funcionan de una manera muy difícil.</i></p> <p><i>Aprendí que la física se relaciona con la ecología. También aprendí que es un individuo, una población y una comunidad y, lo que es una red trófica.</i></p>
<p>¿Qué te gustó? ¿Por qué?</p>	<p><i>Me gustó que la clase nunca fue tediosa, que siempre hubo risas pero orden y que podíamos expresarnos. Y me gustaron las manzanas que la maestra da porque hacían que pusiera más atención.</i></p> <p><i>Me gustó la forma de enseñar de la profesora, ya que fueron clases muy divertidas e interesantes, difícilmente una clase es divertida e interesante al mismo tiempo.</i></p> <p><i>Pues me gustó la forma tan eficaz de explicar, porque se hacía entender en todo momento y nos ponía ejemplos de cada cosa.</i></p>
<p>¿Qué no te gustó? ¿Por qué?</p>	<p><i>Creo que no me gustó salir tarde, pero ahora agradezco que hayamos salido tarde porque aprendí más.</i></p> <p><i>No me gustó salir tarde porque mi novia se enojaba conmigo.</i></p> <p><i>Relativamente nada, es una clase muy padre ¡Felicidades!</i></p>
<p>¿Qué sentiste?</p>	<p><i>Emoción, con eso de la obra le añadió un plus a la clase ¡Muy divertido! La maestra nos hizo sentir muy a gusto a todo el grupo.</i></p> <p><i>Me sentí a gusto en las clases ya que teníamos manzanas gratis, nos reíamos y aprendíamos, había de todo un poco en la clase.</i></p> <p><i>De nuevo fluye mi creatividad y mi capacidad de improvisación.</i></p>
<p>Opiniones y sugerencias para la maestra</p>	<p><i>Tiene que controlar más a sus alumnos sólo un poquitín, pero fuera de eso todo muy bien, siga como va y supérese cada vez más.</i></p> <p><i>Me encantó, simplemente me encantó ¡Suerte maestra!</i></p> <p><i>¡Otra! ¡Otra! ¡Otra!</i></p>

Tabla 3.11. Respuestas de los estudiantes para evaluar la estrategia didáctica.

Remembranza de una épica y cómica batalla

Marcador final contra el Kraken

En relación al reto que implicó la lucha contra el temible y el multitentaculado Kraken del desinterés estudiantil hacia la ciencia, el marcador final fue devastador para el enemigo. El barco psicopedagógico construido cargado con conocimiento ecológico pudo sortear la batalla y llegar incólume a su destino, gracias a que la estrategia didáctica diseñada, consideró que uno de los objetivos de la educación científica es precisamente despertar en los estudiantes el interés por aprender ciencia, sin dar por supuesto de antemano que ya existe tal interés (Vázquez *et al.*, 2005; Vázquez y Manassero, 2008; Pozo y Gómez Crespo, 2009) y, que es de vital importancia fomentar la motivación intrínseca como pilar estructural de la construcción del conocimiento, para incrementar el desempeño académico de los alumnos (Bacete y Doménech, 2002; Soler, 2006).

Bajo dichos supuestos y tomando en cuenta las causas de los problemas en la educación científica, analizados desde la perspectiva de la frustración estudiantil (Vázquez y Manassero, 2004) y docente (Pozo y Gómez Crespo, 2009) mencionados en el primer capítulo de este trabajo. El diseño de la secuencia didáctica procuró emplear métodos de enseñanza y actividades didácticas que resultaran interesantes y divertidas para los participantes, con el objetivo de promover el diálogo entre el profesor y los alumnos para poder partir de sus ideas previas, captar y mantener su atención, cultivar su creatividad, así como fomentar un aprendizaje no solamente centrado en conceptos y, procedimientos sino también dándole un importante peso a las actitudes (Kemp, 2002). Todo esto inmerso en un ambiente de confianza, seguridad y alegría, que fue posible gracias al empleo del buen humor en el aula (Arechavala, 2003; Torok *et al.*, 2004; González Ynfante, 2009).

Si bien no todo fue miel sobre hojuelas, debido a diversos sucesos como: la asistencia discontinua, la complicada hora de clase, el desorden difícil de controlar en las exposiciones y, sobre todo al hecho de que el grupo era prestado. Ninguno de dichos acontecimientos, impidió el aprendizaje del tema “Estructura y procesos en el ecosistema”, así como el notable incremento en la motivación intrínseca del estudiantado en sus tres componentes. La evaluación de las clases (Apéndice IX) realizada por los 20 asistentes de la quinta sesión, demuestra que para la gran mayoría de los alumnos, los temas estudiados resultaron interesantes, las actividades fueron dinámicas,

divertidas y relacionadas con los conceptos vistos en clase, además de juzgar que aprendieron conceptos ecológicos (Fig. 3.22). Asimismo, en la evaluación del desempeño de la maestra a lo largo de la estrategia, los estudiantes consideraron a la docente como cordial, amistosa, respetuosa y divertida, quien logró hacerlos sentir en confianza (Fig. 3.23). Lo cual queda perfectamente resumido en las palabras de uno de los participantes que se muestra en la tabla 3.11: *“me gustó la forma de enseñar de la profesora, ya que fueron clases muy divertidas e interesantes, difícilmente una clase es divertida e interesante al mismo tiempo”*.

Sin duda, se fomentó un ambiente de diálogo positivo y relajado con los estudiantes, en donde las preguntas de la maestra fueron percibidas como parte de la construcción de la clase, en lugar de ser consideradas como un castigo o una llamada de atención. Además la consideración del difícil horario, llevó a la docente a planear el regalo individual de manzanas en cada sesión, en un intento por activar la atención mediante una leve dosis de fructosa, lo que sin duda fue un recurso con excelentes resultados: *“me gustó que la clase nunca fue tediosa, que siempre hubo risas pero orden y que podíamos expresarnos. Y me gustaron las manzanas que la maestra da porque hacían que pusiera más atención”* (Tabla 3.11).

En cuanto a lo que no les gustó a los alumnos sobre las sesiones, se indicó como única molestia que el término de la clase siempre fue a las 21 horas, cuando ellos estaban acostumbrados a salir diez minutos antes. No obstante 16 de los 20 asistentes encuestados, afirmaron que no hubo algo de las sesiones que les disgustara. Aunque los estudiantes no lo mencionaran, fue evidente que responder el cuestionario por segunda ocasión, fue una tarea que a no todos les gustó, ya que hubo quien no lo hizo, sin embargo esto solamente sucedió con el mismo estudiante en dos ocasiones. Asimismo la tarea que nadie realizó para entregar durante la tercera sesión, con certeza fue una actividad que no los motivó y posiblemente incrementó el ausentismo de esa clase, que fue la de menor índice de asistencia y lo peor de todo: en viernes.

Finalmente, el hecho de cerrar cada sesión con aplausos como forma de reconocer el esfuerzo y empeño dedicado a la clase, fue un detalle que los estudiantes agradecieron y rápidamente se acostumbraron a realizar. Inclusive hubo alumnos que ansiosos esperaban con las manos levantadas y levemente separadas, el momento justo para comenzar a aplaudir. Sin duda lograr motivar

intrínsecamente al estudiantado mientras aprendían, fue una de las grandes metas cumplidas del increíble viaje que fue realizar esta tesis. Por lo que se puede afirmar con seguridad, que el temible Kraken no logró hacerle más que rasguños a nuestro increíblemente resistente navío psico-pedagógico.

El botín

Los resultados de la evaluación de los estudiantes a lo largo del desarrollo de la propuesta didáctica, en sus dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal (Figs. 3.13-3.16), fueron satisfactorios para cada una de las sesiones en lo referente al desempeño individual y en equipo. En todos los casos, el interés individual en la elaboración de los diversos productos artísticos fue el elemento con mayor puntuación, seguido de la evaluación en términos conceptuales de dichas creaciones. El cambio conceptual tuvo una tendencia positiva con una ligera depresión en la segunda sesión. Asimismo, la actitud en equipo, relativa a la organización y el orden, fue el factor con menor evaluación, al ser el elemento más difícil de controlar por la docente.

La comparación de cada categoría evaluada (Fig. 3.17), permite asegurar, que el desempeño estudiantil fue equilibrado en lo concerniente a las dimensiones conceptual, procedimental y actitudinal, con excepción de la tercera sesión donde únicamente se evaluó la actitud individual en clase, así como en la quinta sesión donde solamente se llevó a cabo el montaje y puesta en escena de la obra de teatro, por lo que no se incluye un puntaje referente al cambio conceptual individual. De la misma manera, el promedio de la evaluación de cada clase (Fig. 3.18), muestra que el desempeño académico fue muy adecuado, al mantenerse dentro de un rango de 7.91 a 8.72 de calificación global.

Tanto los resultados de cada sesión, como los obtenidos en el examen practicado 40 días después, permiten asegurar que se cumplió el objetivo general del presente trabajo, al diseñar una estrategia didáctica del tema “Estructura y procesos en el ecosistema”, que permitió a los estudiantes aprender el contenido disciplinar de manera significativa, el cual se registró a partir de su cambio conceptual. También se cumplieron los objetivos particulares, ya que se generó un aprendizaje significativo de los cuatro subtemas: niveles de organización ecológica; componentes del

ecosistema; dinámica del ecosistema; y relaciones intra e interespecíficas. Asimismo, se fomentó la motivación intrínseca del estudiantado, mediante el empleo del buen humor, el diseño de herramientas didácticas que despertaron su interés y creatividad, así como con la consideración de las necesidades particulares del grupo.

Este trabajo es sin duda, una evidencia de que el escenario donde los estudiantes de bachillerato llegan a sus clases de ciencias contentos y dispuestos a aprender, no es utópico. Es un escenario posible mas no instantáneo, que precisa del docente el dominio del contenido, la mejor y más apasionada disposición, así como el mejor navío psicopedagógico que sea capaz de construir, para cargar el contenido de la asignatura por impartir y en colaboración de los alumnos, navegar hacia la anhelada construcción del conocimiento, superando cualquier obstáculo que se interponga en el camino.

Mirando a lo lejos

La increíble aventura acontecida a lo largo del desarrollo de las cinco sesiones de esta secuencia didáctica, da pie para conocer otras rutas de navegación. De entrada, este trabajo deja el precedente de muchas ideas previas sobre temas ecológicos que no se encuentran todavía en la literatura especializada, ya que la investigación sobre la enseñanza-aprendizaje de la biología, se encuentra muy sesgada hacia temas referentes a la biología celular y la genética. Por lo que es muy importante continuar con la investigación educativa sobre ecología.

Por otra parte, sería relevante estudiar el cambio conceptual durante cursos completos, empleando secuencias didácticas que fomenten un cambio de actitud ante las ciencias, mediante el incremento de la motivación intrínseca del alumnado. Asimismo sería muy interesante investigar a fondo el proceso cognitivo de los estudiantes durante la elaboración de creaciones artísticas, como los cuentos, los esquemas ilustrados y las obras de teatro. Debido a que hay estudios sobre la divulgación de la ciencia a través de diversas expresiones artísticas, sin embargo prácticamente no los hay de creaciones literarias y plásticas como forma de aprendizaje en materias científicas.

El horizonte didáctico es inmenso, igual que la urgencia por brindar una educación integral que le otorgue una voz a cada estudiante de bachillerato, una voz que les permita luchar con esperanza, críticamente, con conocimiento de causa y argumentos, en un país donde cada día tienen menos oportunidades. Es por ello, que los maestros debemos hacer un esfuerzo monumental, por innovarnos y mejorar la praxis docente, mediante la reflexión y la investigación educativa. Ya que únicamente mediante la educación, es posible la construcción de un mundo donde se escuchen todas las voces.

APÉNDICE II

CUENTO SOBRE INTERACCIONES BIÓTICAS

Observa cuidadosamente la imagen, para poder elaborar lo que se te pide a continuación:



a) Partes del cuento

Título: palabra o frase corta que le da un nombre a la narración

Planteamiento de la historia: introducción donde se presenta a los personajes y se sitúa el lugar donde ocurre.

Nudo: parte de la narración donde sucede una situación sorpresiva o un conflicto interesante, es decir, donde pasan los acontecimientos más importantes.

Desenlace: es donde de alguna manera se resuelve el conflicto planteado y termina el relato.

b) Personajes

El cuento debe incluir por lo menos a **dos** personajes, precisamente los dos integrantes de la interacción biótica de la imagen. Describir a los personajes para que el público pueda tener una imagen visual de ellos.

c) Conceptos

Nombre de la interacción biótica de la imagen.

Efectos de la interacción biótica (por ejemplo +,+).

Tipo de interacción (interespecífica o intraespecífica).

NOTA: A cada grupo se le dio una de las seis imágenes mostradas, para que cada uno elaborara un cuento de una interacción en particular.

APÉNDICE III

CUESTIONARIO II

Niveles tróficos y sus diversas representaciones

Nombre: _____ Edad: _____ Sexo: F ó M

1. Describe con tus propias palabras lo que entiendes por:

a. Productor primario:

b. Consumidor primario:

c. Consumidor secundario:

d. Descomponedor:

e. Nivel trófico:

f. Cadena trófica:

g. Red trófica:

APÉNDICE IV

FLUJO DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS ECOSISTEMAS

Selva alta perennifolia

También conocida como bosque tropical perennifolio o selva alta, este tipo de ecosistema presenta una vegetación tremendamente exuberante gracias al clima cálido húmedo, ya que la temperatura tropical oscila entre los 20° y 26°C, y la temporada de secas es muy corta o casi inexistente. Este tipo de ecosistema se distribuye regularmente desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1,500 metros de altitud (Fig.1). En nuestro país su distribución comprendía desde la región de la Huasteca, en el sureste de San Luis Potosí, norte de Hidalgo y de Veracruz, hasta Campeche y Quintana Roo, abarcando porciones de Oaxaca, Chiapas y Tabasco. En la actualidad gran parte de su distribución original se ha perdido por actividades agrícolas y ganaderas.

La selva alta perennifolia, presenta varios estratos y se caracteriza porque la mayoría de las especies no pierden las hojas durante la época de secas. Su composición florística es muy variada y rica en especies. El estrato superior es superior a los 30 metros, con árboles de hasta 50 ó 60 metros de altura. Las especies vegetales más comunes son el roble amarillo (*Terminalia amazonia*) y el ramón (*Brosimum alicastrum*) El siguiente estrato se encuentra entre los 5 y 20 metros con plantas como árbol del cacao (*Theobroma cacao*) y pimienta de Jamaica (*Pimenta dioica*). Finalmente el último estrato es menor a los 5 metros y se pueden encontrar varias especies de palmas, cycadas, orquídeas y epífitas. En el suelo también podemos encontrar muchísima variedad de hongos.

La fauna de este ecosistema es igualmente diversa, con una enorme cantidad de especies de animales invertebrados como arañas, escorpiones, ciempiés, milpiés, hormigas, avispas, chapulines, insectos palo, mariposas, escarabajos, chinches, garrapatas, entre muchos otros. Así mismo, en las selvas perennifolias de nuestro país, todavía podemos encontrar vertebrados grandes, como jaguares, pumas, jabalíes y venados y también se encuentran vertebrados más pequeños, como liebres, ranas, salamandras, iguanas, serpientes, una enorme diversidad de aves y monos araña. Por lo que este tipo de ecosistema, es considerado como uno de los sitios terrestres con mayor diversidad.



Figura 1. Selva Lacandona, Chiapas.



Fotografías de la autora

Bosque de galería

Este tipo de ecosistema también conocido como bosque de ribera o sotobosque, se desarrolla en la ribera de los ríos, arroyos y canales, formando una franja que funciona en muchas ocasiones como corredores de fauna al comunicar comunidades vegetales aisladas. Se encuentra en elevaciones de 700 a 2,500 m, en terrenos arenosos y accidentados (Fig. 2).

La altura de la vegetación varía en un intervalo de que va desde los 4 metros a los 40 metros de altura y, está compuesta por árboles caducifolios como sauces (*Salix bonplandiana*), alisos (*Alnus glutinosa*), olmos (varias especies del género *Ulmus*), chopos (*Populus* sp.) y fresnos (*Fraxinus americana*), los cuales no pierden sus hojas en la temporada de secas, debido a la humedad otorgada por el cuerpo de agua donde se encuentran. Así mismo podemos encontrar un gran número de especies epífitas y enredaderas, así como las antiguas plantas equisetos (*Equisetum* sp.). Toda la vegetación de este tipo de bosque, es independiente del clima de la zona al no depender de las aportaciones de agua de lluvia, sino de la que toman directamente de las aguas subterráneas muy superficiales.

Dentro de la fauna de este tipo de ecosistema, podemos encontrar animales invertebrados como cangrejos, almejas de río, numerosos insectos que desarrollan parte de su vida dentro del agua como libélulas y escarabajos acuáticos. Entre los vertebrados, existe la presencia de una gran abundancia de aves como garzas y cormoranes, ranas, sapos, tritones, salamandras, peces, nutrias, monos, jaguares, pavas, venados, urracas, tapires, roedores pequeños como ratones y grandes como los tepezcuintles.



Figura 2. Bosque de galería de Oaxaca, México.

Fotografías de la autora

Arrecifes de coral

Los arrecifes son ecosistemas marinos que se forman a partir de las estructuras calcáreas de los corales. Los corales son animales coloniales del phylum Cnidaria, los cuales presentan una relación simbiótica con algas fotosintetizadoras llamadas zooxantelas. Por ello, los arrecifes se encuentran en zonas de poca profundidad en las que llega mucha luz solar (no más de 35 metros), con una temperatura entre los 20° y los 28°C. Son los ecosistemas marinos con la mayor diversidad, productividad y complejidad del planeta (Fig. 3).

En México se conocen 63 especies de corales formadores de arrecifes, 46 de las cuales habitan en el océano Atlántico y 17 viven en el océano Pacífico. En estos ecosistemas, la vegetación está conformada por muchísimas especies de algas, tanto verdes, como rojas y cafés. Mientras que dentro de la fauna de invertebrados encontramos corales blandos, esponjas, equinodermos como estrellas, pepinos y erizos marinos, gusanos anélidos y poliquetos, crustáceos como langostas y cangrejos, así como una increíble variedad de moluscos, como caracoles, pulpos, almejas y ostras. Entre los vertebrados y condrictios (animales cartilagosos) encontramos muchísima diversidad de coloridos peces así como tiburones y mantarayas.



Figura 3. Arrecife coralino, visto desde dentro (izquierda), Gran Barrera de Coral en Australia (derecha).

Fotografías tomadas de: <http://bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com/%C2%BFsabias-que/%C2%BFsabias-que-la-gran-mayoria-del-oxigeno-del-planeta-no-es-generado-por-los-bosques-sino-por-el-coral/> y <http://granbarreradecoral.wordpress.com/2012/12/06/videos-y-fotos/>

Manglar

Los manglares son formaciones leñosas densas, que llegan a alcanzar hasta 25 m de altura conformadas por plantas de mangle como *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y especies del género *Avicennia*. Este tipo de ecosistema tiene una estructura sencilla, ya que no tiene estrato herbáceo ni arbustivo. Se localiza en áreas inundables a las orillas de lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de algunos ríos, siempre y cuando haya influencia del mar.

Los árboles de los manglares tienen alta tolerancia a la salinidad, lo que le permite sobrevivir en terrenos anegados con agua salobre (agua salada y dulce) o con agua salada. Además presentan raíces aéreas en forma de zancos, lo que les permite anclarse a los suelos inestables y resistir el oleaje. Los manglares son ecosistemas que marcan la transición entre el mar y la tierra, son altamente productivos y son excelentes amortiguadores de tormentas y huracanes, protegiendo la costa de la erosión (Fig. 4).

La fauna de estos ecosistemas está compuesta de muchas especies de invertebrados como crustáceos, como cangrejos y camarones, moluscos como almejas, percebes y caracoles. Entre los vertebrados, habitan dentro de los manglares muchas especies de peces y aves.



Figura 4. Manglar de Puerto Morelos, Quintana Roo, en buenas condiciones (izquierda), manglar dos meses después de un huracán (derecha).

Bosque mesófilo de montaña

También conocido como bosque de niebla, este tipo de ecosistema cubre menos del 1% del país, se encuentra distribuido en manchones localizados en Chiapas, Oaxaca, Hidalgo y Tamaulipas. En la región de Las Águilas en el D.F. hubo un poco de este ecosistema, el cual actualmente ya no existe.

En este bosque llueve muy frecuentemente a lo largo del año y presenta niebla persistente o muy frecuente, por lo que la humedad es constante y mantiene a las plantas siempre verdes. Se encuentra dentro de un estrecho rango altitudinal entre los 1,000 y 2,500 m de altitud. Por sus características de humedad y temperatura, el bosque mesófilo presenta una gran biodiversidad y un alto endemismo (Fig. 5).

El bosque mesófilo de montaña presenta una vegetación muy densa, con varios estratos, el estrato arbóreo alcanza los 20 metros de altura, aunque algunos árboles pueden llegar a medir más de 60 metros. Se destaca la presencia de helechos arborescentes y una gran abundancia y diversidad de plantas epífitas. Entre la fauna característica se encuentran muchas especies de aves como quetzales en el sur del país, pavones, colibríes, urracas y gallinas de monte. También hay una gran diversidad de insectos, como mariposas, escarabajos y chapulines, reptiles como serpientes, anfibios como ranas y salamandras, así como mamíferos como tapires, murciélagos y roedores.



Figura 5. Vegetación del bosque mesófilo de montaña de Oaxaca, México (izquierda), serpiente arborícola en un tronco del mismo bosque (derecha).

APÉNDICE V
CUESTIONARIO III
Funcionamiento de los ecosistemas

Nombre: _____ **Edad:** _____ **Sexo: F ó M**

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo relacionas la ecología con la física?

2. ¿Cómo se entra y sale la materia del ecosistema?

APÉNDICE VI

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Se observa que los mecanismos de movimiento de la materia son tanto de la naturaleza biótica (por el movimiento de los organismos o por sus actividades alimentarias), como abiótica (a través del aire o del agua). Esto implica que, en el movimiento de la materia, intervienen procesos geológicos, químicos y biológicos. Por esa razón, los ciclos de materia que ocurren en los ecosistemas se denominan ciclos biogeoquímicos y son de dos tipos: sedimentarios y atmosféricos:

- **Ciclos sedimentarios.** También conocidos como ciclos locales, en los que intervienen elementos que no pueden moverse a través de la atmósfera, sino que se acumulan principalmente en el suelo. Tal es el caso del ciclo del cloro, el fósforo y el potasio, entre otros. En los ciclos sedimentarios los nutrientes pasan de las plantas a los consumidores, de éstos al mantillo y de ahí al suelo, de donde pueden ser absorbidos de nuevo por las plantas. Los nutrientes que participan en los ciclos sedimentarios, también pueden salir y entrar al ecosistema a través de las migraciones de los consumidores o disueltos en agua.
- **Ciclos atmosféricos.** También conocidos como ciclos gaseosos o globales, en los que participan elementos y compuestos que, en estado gaseoso, se mueven por toda la biosfera gracias a las corrientes de aire en la atmósfera. El agua, el carbono, el nitrógeno y el azufre se mueven en este tipo de ciclos. En el caso del C, H y O, los productores, los consumidores y los descomponedores intercambian gases con la atmósfera, generalmente en forma de dióxido de carbono y vapor de agua.

Ciclos sedimentarios

- **Ciclo del fósforo.** El fósforo es un nutriente escaso en la naturaleza. Este elemento pasa de las plantas a los animales herbívoros y las bacterias del suelo. El compartimento bacteriano también es alimentado por la degradación química de algunas rocas. Los fosfatos del suelo pueden ser absorbidos por las plantas o transportados por el agua de lluvia hacia el mar. Hasta aquí corresponde la parte sedimentaria del ciclo del fósforo. En el mar los fosfatos recorren las cadenas tróficas costeras, hasta llegar a las aves marinas que defecan en la tierra. El fósforo contenido en el guano de las aves se libera por la acción de las bacterias en el suelo, de donde los retoman las plantas.
- **Ciclo del potasio.** En un bosque de pinos por ejemplo, una gran cantidad de potasio pasa por los helechos, mientras que los pinos requieren una cantidad mucho menor. En un bosque conservado se pierden pocos nutrientes por cosecha o lixiviación (el proceso del lavado del suelo por filtración de agua), mientras que en un bosque perturbado, se perderá mucho potasio en ambos procesos. Las plantas pueden perder potasio si el agua de lluvia pasa sobre sus hojas, diluyendo el que hay en su interior.

Ciclos atmosféricos

- **Ciclo del agua.** En general, el agua se almacena en cinco reservorios fundamentales: el mar, las aguas continentales (ríos y lagos), los glaciares, los depósitos subterráneos y la atmósfera. Además una gran proporción del agua está almacenada en capas profundas de la litosfera; esta agua se incorpora en cantidades mínimas a la biosfera a través de las emanaciones volcánicas.
- Una de las rutas que sigue el agua es la siguiente: se evapora en el mar y pasa a la atmósfera; de allí cae en forma de lluvia sobre los continentes, donde escurre hacia los ríos para regresar al océano. Además de la evaporación del agua del mar, la atmósfera capta agua en forma de vapor de los ecosistemas terrestres mediante dos procesos importantes: 1) la evaporación del agua contenida en el suelo y en los cuerpos de agua dulce, y 2) la transpiración de las plantas, que es el proceso por el cual éstas pierden agua a través de sus estomas. Los animales terrestres también transpiran, aunque en comparación con el agua que pierden las plantas, su contribución a la humedad en la atmósfera es mínima.
- **Ciclo del nitrógeno.** El nitrógeno es un elemento esencial para la vida, ya que es un componente indispensable de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y otras moléculas orgánicas importantes. Este elemento se encuentra en concentraciones muy bajas en los ecosistemas naturales. Sin embargo, el nitrógeno es muy abundante en la atmósfera, donde constituye el 78% de todos los gases que la componen. Sin embargo el nitrógeno atmosférico, es una molécula gaseosa de dos átomos (N_2) que la mayoría de los organismos no pueden asimilar directamente. Por ejemplo, para que las plantas lo absorban es necesario que se encuentre en el suelo en forma de iones de nitrato (NO_3) o amonio (NH_4). Las bacterias fijadoras de nitrógeno son capaces de transformar el nitrógeno atmosférico y convertirlo en nitratos o en amonio.
- **Ciclo del carbono.** El carbono es el principal elemento estructural de los seres vivos y su ciclo está estrechamente vinculado al flujo de energía. El carbono que no forma parte de los cuerpos de los seres vivos se encuentra sobre todo en forma gaseosa como dióxido de carbono (CO_2). Por estar en forma de gas, este elemento se mueve por medio de ciclos atmosféricos. El carbono contenido en el CO_2 es atrapado por los organismos fotosintéticos (plantas, algas y bacterias) para constituir moléculas elaboradas (azúcares, grasas y proteínas) con ayuda de la energía solar. Estas moléculas ricas en carbono se almacenan en los tejidos de estos organismos y una pequeña fracción de él se libera de nuevo a la atmósfera como CO_2 como resultado de la respiración de estos organismos.
- El carbono almacenado en los tejidos de las plantas y otros seres fotosintéticos pasa a los animales consumidores, cuando éstos se alimentan de tejidos vivos. Sin embargo, la mayor parte pasa a través de los tejidos muertos (cadáveres, heces, pelo, plumas, uñas, escamas o exoesqueletos) al suelo, en el caso de los ecosistemas terrestres, o bien, al bentos, o queda suspendido en el agua, en el caso de los ecosistemas acuáticos. Los organismos saprófagos toman el carbono del suelo, del bentos o del agua para alimentarse y los transforman en CO_2 mediante la respiración.

Adaptación de Carabias *et al.*, 2009. Ecología y medio ambiente en el siglo XXI. Ed. Pearson, págs. 81- 84

APÉNDICE VII

La obra de teatro del ecosistema

Nombre de los integrantes del equipo de acuerdo a su función dentro de la obra (pueden tener máximo dos funciones):

Guionistas: son los encargados de redactar el guión y entregárselo a los actores y actrices para su ensayo.

Productores: sus funciones son organizar la conexión entre el equipo, comunicar las dudas con la maestra, presentar la obra de teatro y, entregar el guión completo al finalizar la puesta en escena.

Actrices y actores: su tarea es aprenderse el guión y actuar en la obra de teatro, tomándose su papel muy en serio.

Tramoyistas: son los encargados de crear y montar el escenario donde se llevará a cabo la obra.

Vestuaristas: su función es crear el vestuario que utilizarán las actrices y actores.

Contenido del guión:

- a) **Título** seleccionar uno de los siguientes títulos:

El drama del oso polar

*La tragicomedia del alga *Caulerpa taxifolia* en el Mediterráneo*

La gran pelea de los cangrejos ermitaños

- b) **Elementos de la obra de teatro**

- **Planteamiento de la historia:** introducción donde se presenta a los personajes y se sitúa el lugar donde ocurre la historia.
- **Nudo o clímax:** parte de la narración donde sucede una situación sorpresiva o un conflicto interesante, es decir, donde pasan los acontecimientos más importantes.
- **Desenlace:** es donde de alguna manera se resuelve el conflicto planteado y termina el relato.

- c) **Conceptos ecológicos que deben incluir** (pueden aparecer de manera implícita o explícita)

Código de color de los conceptos: **obligatorios**, **seleccionar por lo menos dos**, **seleccionar uno**:

- **Ecosistema**
- **Factores abióticos**
- **Influencia del hombre**
- **Productores primarios**
- **Productores secundarios**
- **Descomponedores**
- **Mutualismo**
- **Depredación**
- **Competencia**
- **Comensalismo**
- **Amensalismo**

¡Manos a la obra!

APÉNDICE VIII. EVALUACIÓN PRIMERA SESIÓN

Exposición-discusión			
Cuestionario I: Evaluación diagnóstica y sumativa individual			
2: Tuvo un cambio conceptual amplio y correcto			
1: Tuvo un cambio conceptual breve y correcto			
0: Permaneció la idea previa sin cambios o hubo un cambio conceptual incorrecto	2	1	0
Individuo			
Población			
Comunidad			
Ecosistema			
Factor biótico			
Interacción biótica			
Evaluación formativa individual			
	3	2	1
Participación			
3: Aportó ideas en la clase; fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes			
2: Fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes			
1: Fue tolerante y respetuoso con todos			
Actitud			
3: Mostró interés en el tema; realizó y contestó preguntas; hizo comentarios del tema			
2: Mostró interés en el tema; contestó preguntas			
1: Mantuvo una actitud pasiva durante la clase			
Orden			
3: Pedía la palabra para hablar; escuchaba al docente y a los compañeros en silencio			
2: Pedía la palabra para hablar; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban			
1: Hablaba sin pedir la palabra; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban			
Aprendizaje colaborativo: Cuento de interacciones bióticas			
Evaluación formativa individual			
3: Elaboró con entusiasmo el cuento; realizó y contestó preguntas del docente			
2: Mostró interés en la elaboración del cuento; realizó y contestó preguntas del docente			
1: Se mantuvo pasivo en la elaboración del cuento			
Evaluación sumativa de pequeños grupos			
Estructura del cuento			
3: Incluyeron las cuatro partes del cuento (título, planteamiento, nudo y desenlace); emplearon por lo menos dos personajes; incluyeron los tres conceptos ecológicos			
2: Incluyeron las cuatro partes del cuento; emplearon por lo menos dos personajes; incluyeron uno o dos conceptos ecológicos			
1: Incluyeron las cuatro partes del cuento; emplearon por lo menos dos personajes; incluyeron un concepto ecológico			
Ortografía y redacción			
3: Emplearon redacción y ortografía adecuadamente			
2: Emplearon redacción adecuada y de dos a diez faltas de ortografía			
1: Emplearon redacción inadecuada y más de diez faltas de ortografía			
Evaluación formativa de pequeños grupos			
Organización y orden			
3: Todos trabajaron y cooperaron para crear el cuento; trabajaron en orden; escucharon en silencio la lectura del cuento de los demás grupos			
2: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el cuento; trabajaron en orden; hablaron en la lectura del cuento de los demás grupos			
1: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el cuento; hablaron incluso en la lectura de su propio cuento			

EVALUACIÓN SEGUNDA SESIÓN

Exposición-discusión			
Cuestionario II: Evaluación diagnóstica y sumativa individual			
2: Tuvo un cambio conceptual amplio y correcto			
1: Tuvo un cambio conceptual breve y correcto			
0: Permaneció la idea previa sin cambios o hubo un cambio conceptual incorrecto	2	1	0
Productor primario			
Consumidor primario			
Consumidor secundario			
Descomponedor			
Nivel trófico			
Cadena trófica			
Red trófica			
Evaluación formativa individual	3	2	1
Participación			
3: Aportó ideas en la clase; fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes			
2: Fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes			
1: Fue tolerante y respetuoso con todos			
Actitud			
3: Mostró interés en el tema; realizó y contestó preguntas; hizo comentarios del tema			
2: Mostró interés en el tema; contestó preguntas			
1: Mantuvo una actitud pasiva durante la clase			
Orden			
3: Pedía la palabra para hablar; escuchaba al docente y a los compañeros en silencio			
2: Pedía la palabra para hablar; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban			
1: Hablaba sin pedir la palabra; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban			
Aprendizaje colaborativo: Diagrama del flujo de materia y energía en el ecosistema			
Evaluación sumativa de pequeños grupos			
Estructura del diagrama			
3: Incluyeron los cuatro niveles tróficos; incluyeron al Sol como fuente principal de energía; señalaron el movimiento de materia y energía y la pérdida de energía; su exposición fue clara			
2: Incluyeron los cuatro niveles tróficos; incluyeron al Sol como fuente principal de energía; señalaron el movimiento de materia y energía; su exposición fue clara			
1: Incluyeron los cuatro niveles tróficos; señalaron el movimiento de materia y energía; su exposición fue confusa			
Nivel del contenido del diagrama			
3: Incluyeron elementos micro y macroscópicos; rotularon los niveles tróficos; dibujo continuo; esquematizaron un ciclo cerrado			
2: Rotularon los niveles tróficos; dibujo continuo; esquematizaron un ciclo cerrado			
1: Ausencia de rótulos; dibujo discontinuo; esquematizaron un ciclo abierto			
Evaluación formativa de pequeños grupos			
Organización y orden			
3: Todos trabajaron y cooperaron para crear el diagrama; trabajaron en orden; escucharon en silencio la presentación de los demás grupos			
2: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el diagrama; trabajaron en orden; hablaron en la presentación de los demás grupos			
1: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el diagrama; interrumpieron constantemente			
Evaluación formativa individual			
3: Elaboró con entusiasmo el diagrama; realizó y contestó preguntas del docente			
2: Mostró interés en la elaboración del diagrama; realizó y contestó preguntas del docente			
1: Se mantuvo pasivo en la elaboración del diagrama			

EVALUACIÓN TERCERA SESIÓN

Evaluación formativa individual	3	2	1
<p align="center">Participación</p> <p>3: Aportó ideas en la clase; fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes 2: Fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes 1: Fue tolerante y respetuoso con todos</p>			
<p align="center">Actitud</p> <p>3: Mostró interés en el tema; realizó y contestó preguntas; hizo comentarios del tema 2: Mostró interés en el tema; contestó preguntas 1: Mantuvo una actitud pasiva durante la clase</p>			
<p align="center">Orden</p> <p>3: Pedía la palabra para hablar; escuchaba al docente y a los compañeros en silencio 2: Pedía la palabra para hablar; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban 1: Hablaba sin pedir la palabra; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban</p>			

EVALUACIÓN CUARTA SESIÓN

Exposición-discusión			
Cuestionario III: Evaluación diagnóstica y sumativa individual			
2: Tuvo un cambio conceptual amplio y correcto			
1: Tuvo un cambio conceptual breve y correcto			
0: Permaneció la idea previa sin cambios o hubo un cambio conceptual incorrecto	2	1	0
¿Cómo relacionas la ecología con la física?			
¿Cómo entra y sale materia del ecosistema?			
Evaluación formativa individual			
	3	2	1
Participación			
3: Aportó ideas en la clase; fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes			
2: Fue tolerante y respetuoso con todos; tomó apuntes			
1: Fue tolerante y respetuoso con todos			
Actitud			
3: Mostró interés en el tema; realizó y contestó preguntas; hizo comentarios del tema			
2: Mostró interés en el tema; contestó preguntas			
1: Mantuvo una actitud pasiva durante la clase			
Orden			
3: Pedía la palabra para hablar; escuchaba al docente y a los compañeros en silencio			
2: Pedía la palabra para hablar; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban			
1: Hablaba sin pedir la palabra; hacía comentarios en voz baja mientras otros hablaban			
Aprendizaje colaborativo: Diagrama de un ciclo biogeoquímico			
	3	2	1
Evaluación sumativa de pequeños grupos			
Estructura del diagrama			
3: Conceptualizaron correctamente el ciclo; incluyeron los conceptos más relevantes; su explicación fue clara			
2: Conceptualizaron correctamente el ciclo; incluyeron algunos de los conceptos más relevantes; su explicación fue clara pero el docente tuvo que intervenir para aclarar algunos procesos			
1: Conceptualizaron incorrectamente el ciclo; incluyeron pocos conceptos; explicación confusa por lo que el docente tuvo que explicar el ciclo			
Nivel del contenido del diagrama			
3: Incluyeron elementos micro y macroscópicos; rotularon el nombre del ciclo y su movimiento con flechas			
2: Incluyeron elementos micro y macroscópicos; rotularon el nombre del ciclo o su movimiento con flechas			
1: Incluyeron elementos macroscópicos; rotularon el nombre del ciclo o su movimiento con flechas			
Evaluación formativa de pequeños grupos			
Organización y orden			
3: Todos trabajaron y cooperaron para crear el diagrama; trabajaron en orden; escucharon en silencio la presentación de los demás grupos			
2: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el diagrama; trabajaron en orden; hablaron en la presentación de los demás grupos			
1: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el diagrama; interrumpieron constantemente			
Evaluación formativa individual			
3: Elaboró con entusiasmo el diagrama; realizó y contestó preguntas del docente			
2: Mostró interés en la elaboración del diagrama; realizó y contestó preguntas del docente			
1: Se mantuvo pasivo en la elaboración del diagrama			

EVALUACIÓN QUINTA SESIÓN

Evaluación: Aprendizaje colaborativo			
Obra de teatro			
Evaluación sumativa de grupos	3	2	1
Estructura del guión 3: Incluyeron las tres partes de la obra; incluyeron los seis conceptos obligatorios 2: Incluyeron las tres partes de la obra; incluyeron cinco o cuatro de los conceptos obligatorios 1: Incluyeron las tres partes de la obra; incluyeron menos de cuatro conceptos obligatorios			
Ortografía y redacción 3: Emplearon redacción y ortografía adecuadamente 2: Emplearon redacción adecuada y de dos a diez faltas de ortografía 1: Emplearon redacción inadecuada y más de diez faltas de ortografía			
Producción 3: Elaboraron escenario y vestuario; musicalizaron y/o tuvieron efectos de iluminación 2: Elaboraron escenario y vestuario 1: Montaron la obra sin ayuda de un escenario			
Actuación 3: Los actores se tomaron en serio su papel y se sabían sus diálogos 2: Los actores tuvieron risas nerviosas pero sabían sus diálogos 1: Los actores se reían sin saber qué decir			
Evaluación formativa de grupos			
Organización y orden 3: Todos trabajaron y cooperaron para crear el guión y montar la puesta en escena; trabajaron en orden; escucharon en silencio la obra del otro grupo 2: Todos trabajaron y cooperaron para crear el guión y montar la puesta en escena; trabajaron en orden; hablaron durante la obra del otro grupo 1: Algunos trabajaron y cooperaron para crear el guión y montar la puesta en escena; trabajaron en desorden; hablaron incluso durante la presentación de la obra de su grupo			
Evaluación formativa individual Actitud 3: Elaboró con entusiasmo la obra de teatro; realizó y contestó preguntas del docente 2: Mostró interés en la elaboración de la obra de teatro; realizó y contestó preguntas del docente 1: Se mantuvo pasivo en la elaboración de la obra de teatro			

APÉNDICE IX.

Rúbrica para evaluar a la maestra

Responde honestamente las siguientes preguntas, a partir de la experiencia de las tres últimas clases:

1. ¿Qué aprendiste?

2. ¿Qué te gustó? ¿Por qué?

3. ¿Qué no te gustó? ¿Por qué?

4. ¿Qué sentiste?

5. ¿Cómo fue el desempeño de la maestra? Por favor selecciona solamente una opción para cada caso:

	Nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre
Dominaba el contenido de la materia				
Fue puntual				
Fue cordial y amistosa				
Fue clara en sus explicaciones				
Supo explicar el contenido de varias maneras				
Fue respetuosa con los estudiantes				
Generó la participación del grupo mediante preguntas y reflexiones				
Supo manejar y controlar al grupo				
Fue divertida				
Te hizo sentir en confianza				

6. ¿Te gustaron las actividades que se desarrollaron durante las tres clases? Por favor selecciona solamente una opción para cada caso:

	Nunca	Algunas veces	Casi siempre	Siempre
Los temas fueron interesantes				
Comprendí conceptos ecológicos				
Las actividades estaban relacionadas con los conceptos vistos en clase				
Las actividades fueron dinámicas y divertidas				
El tiempo determinado para cada actividad fue adecuado				
El material didáctico otorgado por la maestra fue útil				

7. Si tienes alguna opinión o sugerencia acerca de mi desempeño, así como del desarrollo de las cuatro clases, por favor escríbela con toda libertad, recuerda que todo lo que puedas decirme me ayudará a ser una mejor maestra en un futuro.

¡Muchas gracias!

LITERATURA CITADA

- Acevedo Díaz J. A., Vázquez Alonso A., y M. A. Manassero. 2003. Papel del a educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 2(2):80-111.
- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez A., Martín M., Oliva J. M., Acevedo P., Paixão M. F. y M.A. Manassero 2005. Naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2)121-140.
- Adeniyi, E. O. 1985. Misconceptions of selected ecological concepts held by some Nigerian students. *Journal of Biological Education*, 19 (4): 311-316.
- Álvarez, P. y A. Rivarosa. 2000. Problemas ambientales. En F. J. Perales (Coord.), *Resolución de problemas*, Editorial Síntesis, Madrid.
- Amos, H. y Wisniewski R. 1995. *Life history and narrative*. The Falmer Press, Londres.
- Appelbaum, P. y S. Clarck. 2001. Science! Fun! A critical analysis of design/content/evaluation. *Journal of Curriculum Studies*, 33 (5): 583-600.
- Andrewartha, H. G. y Birch L. C. 1954. *The distributions and abundance of animals*. University of Chicago Press, Chicago.
- Arechavala, S. R. C. 2003. *Pedagogía del humor*. Editorial Guaymuras, Tegucigalpa.
- Arnold, C. M. 2003. Fundamentos del Constructivismo Sociopoiético. *Cinta Moebio*, 18:162-173.
- Ausubel, D., Novak D. y H. Henesian. 1983. *Psicología Educativa*. Un punto de vista cognoscitivo (Segunda edición), Interamericana, México.
- Bacete, G. F. J., y B. F. Doménech. 2002. Motivación, aprendizaje y rendimiento escolar. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, 6: 24-37.
- Banet, E. 2000. La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En: *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Perales Palacios Francisco Javier y Cañal de León Pedro (eds.). Editorial Marfil, Madrid, págs. 449-478.
- Bandura, A. 1987. *Pensamiento y Acción. Fundamentos sociales*. Martínez Roca, Barcelona.
- Begon, M., Townsend, C. R. y J. L. Harper. 2006. *Ecology from individuals to ecosystems*. Editorial Blackwell Publishing, Oxford.
- Berk, R. A., y J. P. Nanda. 1998. Effects of jocular instructional methods on attitudes of anxiety and achievement in statistics courses. *Humor*, 11 (4): 383-409.
- Berk, R. A. 1999. Does humor in course tests reduce anxiety and improve performance? *College Teaching*, 48(4): 151-158.
- Bermúdez, G. 2007. Construyendo comprensiones maestras en Ecología. Resolución de situaciones, problemáticas sobre diversidad y perturbaciones. En A. L. De Longhi y M. P. Echevarriarza (Compiladores), *Diálogo entre diferentes voces. Un proceso de formación docente en Ciencias Naturales en Córdoba-Argentina*, UNESCO, Córdoba: Universitatis, pp. 87-110.

- Bermúdez G. y De Longhi A. L. 2008. La educación ambiental y la ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Revista Electrónica de las Ciencias*. 7(2): 275-297.
- Beuchot, P. M. 2008. *Perfiles esenciales de la hermenéutica*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Berzal P. M. y O. Barberá. 1993. Ideas sobre el concepto biológico de población. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2): 149-159.
- Blades, D. W. 2001. The simulacra of science education. En J. A. Weaver y M. Morris (Coordinadores), *Postmodern science educations*, Editorial Peter Lang Publishing Inc., pp 275.
- Blanco L. A. 2004. Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2):70-86.
- Bruinsma, M. 2004. Motivation, cognitive processing and achivement in higher education. *Learning and Education*, 14: 549-568.
- Bruner, J. S. 1988. Two models of thought. *Language and literary from an educational perspective*, N. Mercer (Ed.), Open University Press, Oxford.
- Bryant, J., Comisky P. W., y D. Zillman. 1979. Teachers' humor in the college classroom. *Communication Education*, 28: 110-118.
- Bybee, R. W. 1997. *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Editorial Heinemann, Portsmouth.
- Cañal de León, P. 2004. La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *C&E: Cultura y Educación*, 16(3), 245-258.
- Carabias, J., J.A. Meave, M.T. Valverde y Z. Cano-Santana. 2009. *Ecología y Medio Ambiente en el Siglo XXI*. Editorial Pearson, pp. 250.
- Carey, S. 1985. *Conceptual change in childhood*. MIT Press, Cambridge.
- Carretero, M. 2002. *Constructivismo y educación*. Ed. Progreso, Segunda edición
- Castillo, A.; S. García-Ruvalcaba y L. M. Martínez. 2002. Environmental education as facilitator of the use of ecological information: a case study in Mexico. *Environmental Education Research*, 8(4) 395-411.
- Chun, S., Oliver, J. S., Jackson, D. F. y A. Kemp. 1999. *Scientific Literacy: An educational Goal of the Past Two Centuries*. 1999 Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, págs. 237-264.
- Coll, C. y Martín, E. 1996. La evaluación de los aprendizajes: una perspectiva de conjunto. *Signos. Teoría y práctica en la Educación*, 18, págs. 64-77.
- Coll, C. y Onrubia, J. 1999. Evaluación de los aprendizajes y atención a la diversidad. En C. Coll (Coordinador), *Psicología de la instrucción: la enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria*. Editorial Horsori/ICE UB, Barcelona, págs. 141-168.
- Coll, C., Martín E., Mauri T., Miras M., Onrubia J., Solé I., y A. Zabala. 2007. *El constructivismo en el aula*. Ed. Grao, 18 a edición.

- DeBoer, G. E. 2000. Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, **37** 582-601.
- Díaz Barriga, F. y G. Hernández Rojas. 2010. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. Tercera edición, Editorial McGrawHill, México, pp.405.
- Eccles, J. S., y A. Wigfield. 2002. Motivational beliefs, values and goals. *Annual Review of Psychology*, **53**: 109-132.
- Eggen P. D. y D. P. Kauchak. 2009. *Estrategias docentes*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Espejel R. A., Flores H. A. y Castillo R. I. 2012. La educación ambiental en el bachillerato: el caso de los docentes que imparten la materia de Ecología, Puebla-Tlaxcala (México). *Revista de currículum y formación del profesorado*, págs. 321-340.
- Fernández, I., Gil, D., Vilches, A., Valdés, P., Cachapuz, A., Praia, J. y J. Salinas. 2003. El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **2(3)**:32-57.
- Freire P. 2011. *La educación como práctica de la libertad*. Segunda edición. Siglo Veintiuno Editores. México., pp. 150.
- Fensham, P. J. 2004. Beyond Knowledge: other scientific qualities as outcomes for school science education. En R. M. Janiuk y E. Samonek-Miciuk (Editores), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) Onceavo Simposio, Ed. Maria Curie-Sklodowska, Lublin, Polonia, págs. 23-25.
- Friedman, H. H., Halpern N., y D. Salb. 1999. Teaching statistics using humorous anecdotes. *Mathematics Teacher*, **92(4)**: 305-308.
- Freud, S. 1969. El chiste y su relación con lo inconsciente, en *Obras Completas*, Tomo III, Biblioteca Nueva, Madrid.
- Furió, C., Vilches, A., Guisasola J. y V. Romo. 2001. Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la Secundaria Obligatoria ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza de las Ciencias*, **19**, 365-376.
- García, J. E. 2002. Los problemas de la educación ambiental ¿es posible una educación ambiental integradora? *Investigación en la Escuela*, **46**, 5-25.
- García, J. E. 2003. Investigando el ecosistema. *Investigación en la Escuela*, **51**, 83-100.
- Gibson, H. L. y C. Chase. 2002. Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, **86 (5)**: 693- 695.
- Giere, R. N. 1999. *Explaining science. A cognitive approach*. Editorial Chicago University Press, Chicago.
- Gil, P. D. y A. Vilches. 2006. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, **42**: 31-53.
- González del Solar, R. y L. Marone, 2001. The “Freezing” of Science: Consequences of the dogmatic teaching of ecology. *BioScience*, **51**: 589-592.

- González Ynfante, F. A. 2009. Escuelas con humor. *Revista Iberoamericana de Educación*, **50**: 1-6.
- Gordon, J. D. 1992. Humor in legal education. *Brigham Young University Law Review*, **2**: 313-324.
- Gorham, J., y D. M. Christophel. 1990. The relationship of teachers' use of humor in the classroom to immediacy and student learning. *Communication Education*, **39**: 46-62.
- Groves, F. H. y A.F. Pough. 2002. Cognitive illusions as hindrances to learning complex environmental issues. *Journal of Science Education and Technology*, **11**, 381-390.
- Gruender, C. D. 1996. Constructivism and learning: a philosophical appraisal. *Educational Theory*, **36**: 21-29.
- Guillén, F. C. 1997. Algunos aspectos a considerar en la enseñanza de la biología. En Alba, A. *et al. Contenidos relevantes de ciencias naturales para la educación básica*. SNTE, México, págs. 53-64.
- Hawken, P. 1993. *The Ecology of Commerce*. Editorial Harper Collins, Nueva York.
- Holbrook, J. 2000. School Science Education for the 21st Century – Promoting Scientific and Technological Literacy. *Wirescript Magazine Education*, págs. 543-580.
- Huertas, J. A. 1997. *Motivación. Querer aprender*. Aique, Buenos Aires.
- Jacobs, P. A., y S. E. Newstead. 2000. The nature and development of student motivation. *British Journal of Educational Psychology*, **70**: 243-254.
- Jenkins, E. W. 1999. Comprensión pública de la ciencia y enseñanza de la ciencia para la acción. *Revista de Estudios del Currículum*, **2(2)**: 7-22.
- Jiménez Aleixandre, M. P. 2003. La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M. P. Jiménez Aleixandre (Coord.); A. Caamaño; A. Oñorbe; A. Pedrinaci y A. de Pro, *Enseñar Ciencias*, Editorial Grao, Barcelona, págs. 119-146.
- Jorba J.y N. Sanmartí. 1993. La función pedagógica de la evaluación. *Aula de Innovación Educativa* (Versión electrónica), *Revista Aula de Innovación Educativa*, **20**: 1-8.
- Kail, R. 1994. *El desarrollo de la memoria de los niños*. Segunda ed. Siglo Veintiuno, Barcelona.
- Kemp, A. C. 2002. Implications of diverse meanings for “scientific literacy”. En P. A. Rubba, J. A. Rye, W. J. Di Base y B. A. Crawford (Eds.), *Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*, págs. 1202-1229.
- Kempis, Tomás De. 1987. *La imitación de Cristo*, 3102^a. Ed. Apostolado Bíblico Católico, Bogotá.
- Kher, N., Molstad S., y R. Donahue. 1999. Using humor in the college classroom to enhance teaching effectiveness in “dread courses”. *College Student Journal*, **33(3)**: 400-406.
- Klavir, R., y M. Gorodetsky. 2001. The processing of analogous problems in the verbal and visual-humorous (cartoons) modalities by gifted/average children. *Gifted Children Quarterly*, **45(3)**: 205-215.
- Korfiatis, K. 2005. Environmental education and the science of ecology: exploration of an uneasy relationship. *Environmental Education Research*, **11(2)**: 235-248.

- Krebs, C. J. 1972. *Ecology*, Editorial Harper & Row, Nueva York.
- Kuyper, H., van der Werf M. P. C., y M. J. Lubbers. 2000. Motivation, meta-cognition and self-regulation as predictors of long-term educational attainment. *Educational Research and Evaluation*, 3:181-206.
- Laugksch, R. C. 2000. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84, págs. 71-94.
- Levin, D. M. 1998. *The opening of vision*. Editorial Routledge, Nueva York.
- Likens, G. E. 1992. The ecosystem approach: its use and abuse. En O. Kinney (Ed.), *Excellence in Ecology III*, Oldendor/Luhe: Ecology Institute, págs. 1-166.
- Manassero y Vázquez, 2001 C1
- Manzanal F. R. y M. Casal Jiménez. 1995. La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 13 (3): 295-311.
- Marchesi y Martín, 1998
- Martín Gordillo, M. 2003. Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3): 57-68.
- McMorris, R. F., Boothroyd R. A., y D. J. Pietrangelo. 1997. Humor in educational testing: A review and discussion. *Applied Measurement in Education*, 10(3): 269-297.
- Mitchel, W. J. T. 1981. *On narrative*. Chicago University Press, Chicago.
- Moreira, M. A. y I. M. Greca. 2003. Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*. 9:301-315.
- Murphy, C. y J. Beggs. 2003. Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308): 109-116.
- Nabhan, G. P. y S. Trimble. 1994. *The Geography of Childhood: why children need wild places*. Editorial Beacon Press, Boston.
- Naess, A. 2005. *The Selected Work of Arne Naess* (v. 1). Editorial Springer Verlag, Nueva York.
- Negrete, Y. A. 2012. *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*. Divulgación para divulgadores. Dirección General de Divulgación de la Ciencia y Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, México, pp. 146.
- Newton, G. R., y E. T. Dowd. 1990. Effect of client sense of humor and paradoxical interventions on test anxiety. *Journal of Counseling and Development*, 68: 668-72.
- Odum, H. T. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Tercera edición, Editorial Saunders, Filadelfia.
- Oliver, J. S., Jackson D. F., Chun, S., Kemp, A., Tippins, D. J., Leonard, R., Kang, N. H., y B. Rascoe. 2001. The Concept of Scientific Literacy: a view of the current debate as an outgrowth of the past two Centuries. *Electronic Journal of Literacy through Science*, 1: 101-119.

- Ordóñez, C. L. 2004. Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. *Revista de Estudios Sociales*, **19**: 7-12.
- Paz, A. 2006. La adrenalina y las situaciones de estrés. Discutir para comprender. En A. L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio*, Editorial Universitas, Córdoba, Argentina, págs. 85-104.
- Pekrun, R., Goetz, T., Tits, W., y R. P. Perry. 2002. Academic emotions in students' self-regulated learning and achievement: a program of qualitative and quantitative research. *Educational Psychologist*, **37**(2): 91-105.
- Pell, T. y T. Jarvis. 2001. Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, **23**, 847-862.
- Perkins, D. 1997. What is understanding? En M. S. Wiske (Ed.) *Teaching for understanding*. Jossey-Bass Publishers.
- Perrenoud, P. 2008. *La evaluación de los alumnos. De la producción de la excelencia a la regulación de los aprendizajes. Entre dos lógicas*. Editorial Colihue. Alternativa Pedagógica Didáctica. Buenos Aires.
- Pickett, S. T. A., Kolasa, J. y C. G. Jones. 1994. *Ecological understanding: the nature of theory and the theory of nature*. Editorial Academic Press, San Diego, California.
- Pintrich, P.R., y E. V. De Groot. 1990. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, **82**(1): 33-40.
- Pintrich, P., Smith D., García T., y W. McKeachie. 1991. *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. Universidad de Michigan.
- Pintrich, P. R. y D. H. Schunk. 2002. *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Segunda edición. Editorial Prentice Hall, Nueva Jersey.
- Piaget, J. 1978. *Introducción a la Epistemología Genética*. Paidós, Biblioteca de Psicología Evolutiva, Buenos Aires.
- Pozo, J. I. 1999. Más allá de cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las ciencias*, **17** (3), 513-520.
- Pozo, J. I. 2006. *Adquisición de conocimiento*. Ediciones Morata, Barcelona España.
- Pozo J. I. y M. A. Gómez Crespo. 2009. *Aprender y enseñar ciencia*. Sexta edición. Editorial Morata, pp.329.
- Quino J. S. L. T. 1974. Mafalda no. 10. Editorial De La Flor.
- Ramsden, J. M. 1998. Mission impossible?: Can anything be done about attitude to science? *International Journal of Science Education*, **20**(2): 125-137.
- Ricoeur, P. 1984. *Oneself as another*. Chicago University Press, Chicago.

- Rinaudo, M. C., Chiecher A., y D. Donolo. 2003. Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. *Anales de Psicología*, **19**: 107-119.
- Rodríguez Diéguez, J.L. 1998. El cómic y su utilización didáctica. Los tebeos en la enseñanza. Gustavo Gili, Barcelona.
- Rozzi, R. 2007. Future Environmental Philosophies and their Biocultural Conservation Interfaces. *Ethics and The Environment*. 12 (2): 142-154.
- Ryan, R. y E. Deci, 2000. Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*.
- Soler, F. E. 2006. *Constructivismo, innovación y enseñanza efectiva*. Ed. Equinoccio, Universidad Simón Bolívar.
- Solís, M. y E. Vaudagna. 2006. Enseña para generar conductas de prevención del VIH-sida y superar representaciones erróneas. En A. L. De Longhi; A. Ferreyra; A. Paz; G. Bermudez; M. Solís; E. Vaudagna y M. Cortez, *Estrategias de enseñanza de Ciencias Naturales en el nivel medio*, Editorial Universitas, Córdoba, Argentina, págs. 117-134.
- Snow, C. P. 1959. *The two cultures and the scientific revolution*. Editorial Cambridge University Press, Nueva York, pp. 69.
- Speering, W., & Rennie, L. J. 1996. Students' perceptions about science: the impact of transition from primary to secondary school. *Research in Science Education*, **26**: 283-298.
- Tapia, J. A. 2005. Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. En *La orientación escolar en centros educativos*, págs. 209-242.
- Tenreiro-Vieira, C. 2002 O Ensino das Ciências no Ensino Básico: Perspectiva Histórica e Tendências Actuais. *Revista de Psicologia, Educação e Cultura*, **6(1)**: 185-201.
- Terradas, J. 2001. *Ecología de la vegetación. De la fisiología de las plantas a la dinámica de las comunidades y paisajes*. Editorial Omega, Barcelona.
- Torok, S. E., McMorris R. F., y W. Lin. 2004. Is humor an appreciated teaching tool? Perceptions of professors' teaching styles and use of humor. *College Teaching*, **52**: 14-20.
- Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Ciencias y Humanidades. 2006. Área de Ciencias Experimentales, Programas de Estudio de Biología I a IV.
- Vázquez, A. y M. A. Manassero. 2004. La ciencia escolar vista por los estudiantes FALTA
- Vázquez A. A., J. A. Acevedo Días y M. A. Mansassero. 2005. Más allá de la enseñanza de las ciencia para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de Ciencias*. **4(2)**, págs. 1- 30.
- Vázquez A. A. y M. A. Manassero. 2008. El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka para la Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*. **5(3)**274-292.

- Vega, P. y P. Álvarez. 2005. Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1): 1-17.
- Vigotsky, L. S. 1930. Psicología estructural. En: *Corrientes fundamentales en la psicología contemporánea*, Moscú, págs. 91-98.
- Wazner, M. B., y A. B. Frymier. 1999. The relationship between student perceptions of instructor humor and students' reports of learning. *Communication Education*, 48: 48-62.
- White, G. W. 2001. Teacher's report of how they used humor with students perceived use of such humor. *Education*, 122: 337:347.
- Wolters, C. A., y P R. Pintrich. 1998. Contextual differences in student motivation and self-regulated learning in Mathematics, English, and Social Studies classrooms. *Instructional-Science*, 26: 27-47.