



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“El concepto de Adaptación Biológica en el CCH Azcapotzalco.
Un análisis del pensamiento didáctico docente para la mejora
de los procesos de enseñanza-aprendizaje”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR (BIOLOGÍA)
P R E S E N T A
BIÓL. RICARDO GUADARRAMA PÉREZ

DIRECTOR DE TESIS
DR. EUGENIO CAMARENA OCAMPO



2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

*“...sé de dónde vengo, sé dónde voy,
por eso sé donde estoy, no me avergüenza lo que soy
sé cuál es mi lugar y adonde pertenezco
lo que no me corresponde y lo que merezco
soy sangre de mi sangre y soy mis costumbres
soy mis hábitos y códigos y mis incertidumbres
soy mis decisiones y mis elecciones
soy mis acciones, soy mis creencias y mis carencias
soy mi presencia, mi ausencia, mi conciencia
y mi apariencia, soy mi procedencia
soy mi herencia y mi experiencia
soy mi pasado y mi vigencia
y esa vivencia es la referencia que
con otros me une y me diferencia...”*

**Cuarteto de Nos
“El hijo de Hernández” (2009)**

*A mi madre: no hay palabras que describan la
admiración y orgullo que siento por ti. Gracias.*

*A mis hermanos Oscar y Mauricio por todo el
apoyo que me han brindado y por ser un aliciente
para seguir día con día*

Agradecimientos

A la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y a la Dirección del plantel Azcapotzalco por las facilidades otorgadas para realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. Eugenio Camarena Ocampo cuyo conocimiento y profesionalismo permitieron la realización de esta investigación, pero sobre todo por mostrarme una visión diferente de la docencia. Muchas Gracias.

Al comité tutorial, M. en C. Irma E. Dueñas García, M. en C. Eréndira Álvarez Pérez, Dra. Martha Martínez Gordillo y Dr. Arturo Silva Rodríguez, por sus valiosas observaciones y comentarios que enriquecieron la presente investigación.

A los profesores que participaron en la investigación, cuyo conocimiento, profesionalismo y experiencia aportaron los elementos necesarios para poder adentrarme en la práctica docente.

A mis grandes amigos y compañeros de trabajo, Biól. Dolores Alcántara Montoya y Biól. Diego Ortega Capitaine, no sólo por el apoyo incondicional y valiosos conocimientos aportados para esta investigación, sino también por los buenos momentos que hemos pasado.

A todas aquellas personas, que por falta de espacio me es difícil nombrar una por una, pero que han creído en mí y que de alguna manera contribuyeron a la construcción de esta tesis. Gracias.

ÍNDICE

<i>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</i>	6
<i>1.1 Papel del profesor en el CCH</i>	6
<i>1.2 La Biología y el CCH</i>	7
<i>1.3 Justificación</i>	8
<i>CAPÍTULO II. REFERENCIAS CONCEPTUALES</i>	11
<i>2.1 La enseñanza</i>	12
<i>2.1.1 Didáctica</i>	13
<i>2.2 Estructura didáctica</i>	15
<i>2.2.1 Elementos de la estructura didáctica</i>	17
<i>2.3 Enseñanza de la ciencia</i>	19
<i>2.4 Enseñanza de la Teoría Evolutiva</i>	23
<i>2.5 La Adaptación Biológica</i>	25
<i>2.5.1 Teología y Adaptación</i>	26
<i>2.5.2 La Teoría Sintética y el concepto de Adaptación Biológica</i>	26
<i>2.5.3 La Selección Natural no es aleatoria</i>	29
<i>2.5.4 Las Unidades de Selección</i>	30
<i>2.5.5 Enseñanza de la Adaptación Biológica</i>	32
<i>2.5.6 EL programa Adaptacionista</i>	33
<i>2.6 La Evaluación</i>	34
<i>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</i>	37
<i>3.1 El Uso de la Hermenéutica como Metodología de Análisis</i>	38
<i>3.2 Método</i>	40

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
4.1 Introducción	44
4.2 ¿Un biólogo dando clases? La Docencia como una alternativa profesional	45
4.2.1 Primer Grupo: “La docencia es lo primero que tienes a la mano”	48
4.2.2 Segundo Grupo: “El gusto por la enseñanza”	52
4.2.3 Tercer Grupo: “Casualidad y Docencia”	53
4.3 Cualidades y desempeño docente: perspectiva de un biólogo	57
4.3.1 Introducción	57
4.3.2 Noción de enseñanza en profesores de biología del CCH Azcapotzalco	62
4.4 Dominio del Contenido Biológico	66
4.4.1 ¿La adaptación Biológica: característica o proceso?	67
4.4.2 ¿Cómo se origina la adaptación biológica?	74
4.5 Enseñanza de la Adaptación Biológica en el CCH Azcapotzalco	80
4.5.1 Más allá de la Adaptación Biológica	81
4.5.2 Profesor: ¿Y la Adaptación Biológica para qué?... ya lo veras más adelante	83
4.5.3 “...todo mundo entiende lo que es una adaptación...”	91
4.5.4 Estrategias de Enseñanza para la Adaptación Biológica	98
4.6 Evaluación del Aprendizaje	121
4.6.1 “Si, si, ahí va, ahí va el chavo...”	123
4.6.2 “...ellos de manera intuitiva ya lo saben, sino se adaptan se extinguen, así de sencillo...”	129
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES	134
BIBLIOGRAFÍA	142

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) tiene como función general: “*colaborar al desarrollo de la personalidad de los alumnos adolescentes*” (CCH, 1996). En este sentido, el CCH no sólo se concibe como una institución donde sólo se privilegia la mera transmisión de conocimientos, sino también, busca dotar de valores y actitudes al alumno para que tenga la capacidad de integrarse a la sociedad de una manera eficiente y armoniosa.

El CCH tiene como propósito que sus estudiantes, al egresar, respondan al perfil determinado en su Plan de Estudios Actualizado (PEA) de 1996 “...*que sean sujetos y actores de su propia formación y de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnologías actuales, y resolver con ella problemas nuevos*”. En un sentido más estricto, se busca que el estudiante no sólo sepa, sino que sepa que sabe y por qué sabe, es decir, que sea capaz de dar cuentas de las razones y de la validez de su conocimiento y de los procesos de aprendizaje a través de los cuales los adquiere; sujetos poseedores de: conocimientos sistemáticos y puestos al día en las principales áreas del saber; actitudes propias del conocimiento, de una conciencia creciente de cómo aprenden, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios, y de una capacitación general para aplicar sus conocimientos y formas de pensar y de proceder, a la solución de problemas prácticos (CCH, 1996) , en una palabra, formar estudiantes “autónomos” de su propio conocimiento.

1.1 Papel del profesor en el CCH

Hemos mencionado los objetivos que persigue el CCH, sin embargo, no podemos dejar de lado la visualización que tiene la institución de la figura del profesor. Desde una visión constructivista, el CCH conceptualiza al docente, más como un *facilitador*, un *mediador* y *estratega* en el encuentro del alumno con el conocimiento, que como una autoridad en la que recae toda la responsabilidad del proceso enseñanza-aprendizaje.

Definirlo como *mediador* y *estratega* implica que el docente, más allá de ser un mero transmisor de datos, hechos y conceptos, tenga la habilidad de orientar la actividad mental constructiva de sus alumnos, a quienes proporciona una ayuda pedagógica ajustada a su competencia (Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

Sin embargo, bajo esta concepción del docente se han suscitado severas confusiones en cuanto a cuáles deberían ser los conocimientos que el profesor debe adquirir. Confusiones que han llevado a pensar que el simple conocimiento de estrategias y técnicas de enseñanza bastan para un óptimo desempeño docente, delegando a segundo término un amplio dominio disciplinario de lo que se enseña y el trabajo reflexivo, como principales motores de la acción didáctica.

1.2 La Biología y el CCH

La asignatura de Biología IV impartida en el CCH contribuye a alcanzar los objetivos educativos del Colegio, mediante “...*la formación del educando a través de la adquisición de conceptos y principios propios de la disciplina, así como el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la Biología. Además, se busca enfatizar las relaciones sociedad-ciencia-tecnología para que pueda desarrollar una ética de responsabilidad individual y social que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente*” (Programa de Estudios de Biología IV, 2002, p. 21).

Vemos pues, que no sólo es enseñar conocimientos biológicos como tales, sino también contribuir a la formación de sujetos, a través de la enseñanza de mejores herramientas, tanto cognitivas como actitudinales, que le permitan al alumno acceder a la información de manera autónoma y aplicarlas en los problemas cotidianos.

En cuanto a lo disciplinario, en la asignatura de Biología IV se imparten contenidos enfocados a analizar diferentes procesos evolutivos que le permitirán al alumno explicar el origen de la biodiversidad, así como también, comprender y valorar la importancia de ésta para el país.

Así pues, en la primera unidad del Programa de Estudios de Biología IV se encuentran los siguientes temas (Programa de Estudios de Biología IV, 2002):

- ***Primera Unidad. ¿Cómo se explica el origen de la biodiversidad a través del proceso evolutivo?***
 - ***Tema I: Fuerzas Evolutivas y sus consecuencias***
 - Subtema 2.1: Selección Natural***
 - Subtema 2.2: Adaptación***
 - Subtema 2.3: Extinción***
 - Subtema 2.4: Deriva génica***

- **Tema III: Mecanismos y patrones evolutivos que explican la biodiversidad.**
Subtema 2.1: Concepto de especie: Biológico y Taxonómico
Subtema 2.2: Especiación alopátrica, simpátrica e hibridación
Subtema 2.3: Radiación adaptativa, evolución divergente, convergente y coevolución

1.3 Justificación

Como he mencionado, la asignatura de Biología IV, en su primera unidad, se centra en estudiar temas relacionados con la evolución de los sistemas vivos. En este sentido, la teoría evolutiva es considerada piedra angular del conocimiento biológico, ya que en ella descansan los principios que unifican y dan sentido a la Biología como una ciencia autónoma (Mayr, 1998). Así, la enseñanza de estos conceptos se vuelve esencial para el CCH, ya que a través de ellos, se busca dotar al alumno de las herramientas tanto conceptuales como metodológicas, que le permitan comprender mejor los fenómenos biológicos que lo rodean, acceder por sí mismo a nuevos conocimientos y tener la capacidad de resolver problemas.

Dentro de la teoría evolutiva, existen conceptos que se consideran medulares o estructurantes, ya que a partir de la comprensión de estos se posibilita la apropiación de un conocimiento integral y complejo del proceso evolutivo. En este sentido, el concepto de ***Adaptación Biológica*** es considerado como uno de los conceptos estructurantes más importantes dentro de la enseñanza de la evolución biológica, ya que en él confluyen diferentes campos disciplinarios, tales como la genética, la ecología y la fisiología. Además, a partir de la apropiación de dicho concepto, el alumno podrá tener una visión más fehaciente y global del proceso evolutivo.

Por su parte, Gagliardi (2008) plantea que cuando un estudiante aprende un concepto estructurante, logra cambios en su capacidad de aprendizaje, y en esa medida le *“...es posible incorporar nueva información y forjar nuevos conocimientos; simultáneamente se desarrolla una nueva capacidad para observar el mundo”*. En consecuencia, este autor considera que *“la instrucción debe estar orientada a enseñar un cierto número de conceptos que- una vez interiorizados- transformen el sistema cognitivo y conduzcan a una nueva estructura conceptual que permita avanzar en el aprendizaje”*.

Aunado a lo anterior, existen numerosas investigaciones que ponen de relieve la gran cantidad de dificultades que enfrenta el alumno para poder apropiarse de las nociones evolutivas (Sánchez, 2000; De la Gándara y Gil, 2002; Gándara, *et al*, 2002; Jiménez, 2002; González, *et al*, 2005), entre las que resaltan: la gran resistencia al cambio de las preconcepciones de los alumnos, conceptos sumamente abstractos para el nivel cognitivo

de éstos, explicaciones científicas que van en contra del sentido común, poco interés por parte de los estudiantes, entre otros.

Podemos notar, que en su mayoría, las investigaciones en didáctica de la evolución se han centrado en conocer aspectos que tienen que ver principalmente con el estudiante, y sin embargo, poco o nada se ha estudiado con lo que pasa con la contraparte del proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir, los profesores (Sánchez, 2000). Así, antes de preguntarnos por qué no aprende el alumno estos temas, es necesario voltear la mirada hacia las prácticas de los docentes: ¿Qué sabe el profesor?, ¿cómo lo sabe?, ¿cómo, por qué y para qué lo enseña?, son algunas preguntas centrales que pueden guiar los trabajos de investigación.

Así, para poder reconocer los principios del proceso de enseñanza-aprendizaje y poderlos guiar correctamente, hay que investigar no sólo la actividad del alumno, sino también la del maestro. Hay que ver no únicamente lo que el alumno tiene que hacer, sino que deberá investigarse qué medidas didácticas toma el profesor para enseñarle a los escolares el contenido de la lección, qué efectos tienen sus propias actividades y los medios didácticos que utiliza en el desarrollo de la personalidad del alumno.

Hasta el momento la investigación educativa, ya sea teórica o empírica, y los resultados que se han obtenido, arrojan una gran cantidad de información acerca de lo que hacen los profesores, pero poco ofrecen de lo que *piensan*, de sus percepciones, creencias, saberes, expectativas, actitudes y valores en relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Así, la investigación del *pensamiento docente*¹ desempeña un papel importante en los procesos de formación y, sobre todo, de evaluación de los profesores. La necesidad de considerar lo que piensa el profesor radica en que él es quien actúa sobre el currículum y sobre la mejora de las prácticas de enseñanza-aprendizaje (Monroy, 1998), ya que el análisis de las teorías implícitas haría posible la búsqueda de las concepciones que los docentes tienen en relación con el contenido que enseñan, la planeación, los criterios para la selección de textos, los juicios mediante los cuales eligen las actividades que implementan para ayudar a la construcción de los conocimientos, entre otros. Así mismo, el conocimiento de las teorías de los profesores hace posible entender las concepciones que tienen sobre su función docente. Dependiendo de las teorías que los profesores tengan, de su función profesional, los procesos de enseñanza y de aprendizaje serán llevados a cabo de una u otra forma.

¹ Se entiende por pensamiento docente un marco de referencia integrado por un cúmulo de teorías implícitas, representaciones, imágenes, suposiciones, nociones, ideas, intenciones proyectos, supuestos, hipótesis creencias, actitudes, intereses, y valores susceptibles de influir en la práctica cotidiana del docente (Coll y Miras, 1993).

Por tanto, la finalidad de esta investigación es analizar los campos de apropiación cognitivos que poseen los docentes sobre su actividad didáctica (conocimiento práctico personal), extraído de sus representaciones, y desentrañar las teorías implícitas, es decir, las nociones o sentidos, que los profesores tienen sobre la enseñanza del tema de *adaptación biológica* (los alumnos, el currículum, las estrategias, los ejemplos, la evaluación, ellos mismos) circunscrito al programa de la materia de Biología IV del CCH. Estos sentidos que conforman el pensamiento docente son dados por un conjunto de relaciones sociales que han sido interiorizadas y que se manifiestan en la acción.

De esta manera, lo que interesa es analizar los referentes discursivos que portan los docentes sobre el qué, cómo y para qué enseñan el concepto de *adaptación biológica* a partir de su vivencia dentro del espacio institucional del CCH. Así, de acuerdo con Remedi, *et al.*, (1989), ...*“se entiende al discurso no solamente como un conjunto de significados relacionados con representaciones o referentes estáticos, sino retomando la concepción de Foucault, de práctica discursiva. El discurso puede entonces ser pensado como práctica en sí de producción y clasificación de significados”...*, es decir, a través del discurso, los actores, en este caso los profesores, definen su hacer cotidiano a través de las múltiples interacciones que desarrollan en el campo institucional, es decir, en las prácticas, como acciones que dan sentido de apropiación, de reconocimiento, de intervención, etc., que el sujeto experimenta y que hacen referencia de su condición institucional.

Así mismo, un discurso que es particularmente interesante para entender la constitución de la identidad docente, es el pedagógico. Específicamente, el discurso pedagógico tiene que ver con la producción, clasificación, distribución y control de significados que se realizan en la práctica pedagógica. Es importante mencionar que de acuerdo con Bernstein, (1985), el discurso ejerce una función de control simbólico, ubicando, contextualizando, constituyendo a los sujetos. Por una parte, el discurso ubica a los sujetos situándolos en relaciones sociales, regulando, en el caso específico del discurso pedagógico, las relaciones entre profesor y alumno.

En otro orden de ideas, para la realización de esta investigación es imperante contar con un aporte desde la pedagogía, de manera tal que el análisis estará guiado por una concepción de la práctica didáctica, como una labor de pensamiento por parte del docente, quien en función de su campo disciplinario, de su experiencia (teorías implícitas y explícitas), de su conocimiento de lo pedagógico, el proyecto institucional educativo, y mediante un trabajo metodológico, construye intencionalidades que generan en los alumnos acciones cognitivas, las cuales promueven representaciones del conocimiento que estimulan la apropiación de campos lingüísticos en los alumnos y las convierten en aprendizajes (Camarena, 2009).

CAPÍTULO II. REFERENCIAS CONCEPTUALES

Fernando Savater en su ya conocida obra *“El Arte de Educar”*, menciona que si bien es cierto que el hombre nace humano en un sentido biológico, es necesario también llegar a serlo (Savater, 1997). Bajo esta lógica, el hombre como una especie más que conforma la vasta diversidad de organismos que habitan el planeta, requiere de una segunda confirmación para poder *alcanzar* ese estatus de humanidad que sólo el *Homo sapiens* ostenta. Así, mediante la relación con los *otros*, es como el hombre se confirma definitivamente como humano, de tal manera que la posibilidad de ser humano sólo se realiza efectivamente por medio de los demás, de los semejantes, es decir, por medio del aprendizaje de los otros.

Para Berger y Luckmann (1979), *“...el ser humano en proceso de desarrollo se interrelaciona no sólo con un ambiente natural determinado, sino también con un orden cultural y social específico mediatizado para él por los otros significantes a cuyo cargo se halla”*. En este sentido, para ser hombre no basta con nacer, sino que hay también que aprender. La genética nos predispone a llegar a ser humanos, pero sólo por medio de la educación y la convivencia social conseguimos efectivamente serlo.

Esta educación, la cual puede ser informal (a través de los padres o de cualquier adulto dispuesto a dar lecciones) o formal, es decir efectuado por una persona o grupo de personas socialmente designadas para ello, será la encargada de sumergir a los “recién llegados” en el universo simbólico que caracteriza a la humanidad, de tal forma que se asegure la transmisión de los saberes que le permitan a los sujetos “transitar” en un mundo de significados sociales.

Es esto precisamente, lo que justifica la necesidad de disponer de formas organizadas de transmisión cultural, de espacios y modos en los que se pueden garantizar a las sucesivas generaciones la adquisición del capital intelectual emocional y técnico (Stenhouse, 1984) de la sociedad en la que viven. Esta necesidad de formas institucionales de enseñanza, en nuestra sociedad se ha materializado principalmente en la escuela.

Así pues, si bien es innegable que la familia es considerada como un espacio importante en el cual los sujetos son “humanizados”, actualmente la institución a la que el hombre ha otorgado la principal responsabilidad de educar a los ciudadanos es sin duda la escuela. Para Stenhouse (1984), las escuelas son las responsables de planificar y organizar el aprendizaje de los sujetos. Intentan proporcionar una dirección a dicho aprendizaje y dotarle de un máximo de eficiencia.

En este sentido, es el docente la principal figura a la que se le ha asignado la función de enseñar, no sólo conocimientos específicos de cada una de las áreas del saber, sino también aquellas tradiciones culturales que el hombre ha instituido socialmente, dentro de las instituciones educativas.

El presente capítulo muestra los diferentes referentes teóricos que se han considerado para poder llevar a cabo esta investigación. Así, son tomados en cuenta principalmente tres ejes que estructuraron el análisis: conocimiento disciplinario, enseñanza de la biología y evolución biológica. Dichos referentes teóricos no sólo son desarrollados en este capítulo, sino que a la par que se presenta el análisis de esta investigación son retomados para dar lógica y coherencia a dicho análisis.

2.1 La enseñanza

Sin duda la principal función de un profesor es enseñar. En este sentido, la enseñanza es una práctica humana que compromete moralmente a quien la realiza o a quien tiene iniciativas con respecto a ellas. En segundo lugar, la enseñanza es una práctica social, es decir, responde a necesidades, funciones y determinaciones que están más allá de las intenciones y previsiones individuales de los actores directos en la misma, necesitando atender a las estructuras sociales y a su funcionamiento para poder comprender su sentido total (Contreras, 1990). En cuanto a la primera característica, la enseñanza es una actividad humana en la que unas personas ejercen influencias sobre otras. Es decir, mediante la enseñanza, los profesores adquieren el compromiso moral de moldear pensamientos, conductas, actitudes, etc., contribuyendo a la formación de personalidades de sujetos que formarán parte de la sociedad.

Como menciona Savater (1997), la enseñanza nunca es una mera transmisión de conocimientos objetivos o de destrezas prácticas, sino que se acompaña de un ideal de vida y de un proyecto de sociedad. En este sentido, Coll (1998), parte del principio de que todo acto educativo implica una referencia obligada a un proceso de adquisición de saberes. Entendiendo por “saberes”, tanto los contenidos específicos de las distintas áreas del aprendizaje escolar como las destrezas, normas, valores, actitudes e intereses que vinculan los sistemas educativos.

Para Stenhouse (1984), las escuelas son las responsables de planificar y organizar el aprendizaje de los sujetos. Intentan proporcionar una dirección a dicho aprendizaje y dotarle de un máximo de eficiencia. De tal manera, que define la enseñanza como las estrategias que adopta la escuela para cumplir con su responsabilidad. Para este autor la

enseñanza no equivale meramente a instrucción, sino a la promoción sistemática del aprendizaje mediante diversos medios.

De lo anterior se desprenden dos cosas importantes. En primer lugar, siendo la escuela la responsable de la enseñanza, es reconocida socialmente como el espacio por excelencia en el cual se reproducen los conocimientos seleccionados por la cultura dominante. Y segundo, la principal figura investida para llevar a cabo dicha reproducción la constituye el docente.

De tal manera, contrario a lo que comúnmente se piensa, el acto de enseñar no sólo hace referencia a la transmisión de ciertos conocimientos que posee el profesor a alguien que carece de ellos, sino que la enseñanza también responde al cómo hacerlo, es decir, no basta con saber algo para enseñarlo, sino saber cómo hacerlo. En este sentido, la didáctica es la ciencia que da cuenta del cómo enseñar.

2.1.1 Didáctica

La didáctica, de acuerdo con Contreras (1990), es la disciplina que explica los procesos de enseñanza-aprendizaje para promover su realización consecuente con las finalidades educativas. De tal manera, que en la didáctica se encuentran presentes dos tipos de dimensiones: una explicativa y otra proyectiva, caracterizadas por su dependencia entre sí. Son dos componentes, o dos prácticas disciplinares que se requieren y se iluminan mutuamente, de tal manera que se puede decir que el progreso científico de la didáctica se fundamenta en su relación dialéctica, en la interacción y penetración mutuas de estas dos dimensiones.

Pero además, la justificación y el sentido de la dependencia de esta relación viene matizada por una expresión que denota el carácter normativo de la misma: explicar para proponer los procesos de enseñanza-aprendizaje. Lo anterior quiere decir, que la razón de ser, la justificación última de la comprensión de la enseñanza, se encuentra en generar nuevas propuestas de enseñanza. Así, la didáctica es una ciencia práctica, de intervención y transformadora de la realidad (Mallart, 2000).

La didáctica no es, no puede ser y no debe ser una mera aplicación práctica de conocimientos, principios, teorías, normas... elaborados en el seno de otras disciplinas. Aunque utiliza datos procedentes de la Psicología y de la Sociología, entre otras ciencias, también en el seno de la intervención didáctica se va creando un *corpus* de teorías.

Propuestas similares encontramos en Titone (1976), para el cual, la didáctica es una ciencia práctico-poyética, una teoría de la praxis docente. Se puede también considerar a la teoría de la enseñanza como una teoría-práctica².

Por otro lado, para Tom (1984); citado por Contreras, (1990, p. 20), la enseñanza es una actividad intencional, diseñada para dar lugar al aprendizaje de los alumnos. Es cierto que hablar de enseñanza requiere hablar de aprendizaje, pero ello no significa que para poder hablar de enseñanza tenga que ocurrir necesariamente el aprendizaje. Existe por tanto, una relación de dependencia entre enseñanza y aprendizaje, pero no es el tipo de relación que supone que no puede haber enseñanza sin aprendizaje. Es decir, existe una relación, pero no es causal, sino de dependencia ontológica.

De este modo, las correlaciones empíricas que existen entre la enseñanza y el aprendizaje pueden explicarse como resultado de que el profesor modifica las habilidades del alumno para actuar como tal, es decir, para realizar las tareas de alumno. El aprendizaje, por consiguiente, es resultado de asumir y desempeñar el papel de alumno, no un efecto que se sigue de la enseñanza como causa.

Podemos reducir lo anterior diciendo que en vez de una relación causa-efecto entre enseñanza y aprendizaje, lo que existe es una relación de dependencia ontológica entre las tareas de enseñanza y las tareas de aprendizaje, mediada por el flujo de tareas que establece el contexto institucional y dentro del cual se descubre el modo de realización de las tareas de aprendizaje (Contreras, 1990, p. 21).

Así, entendemos los procesos enseñanza-aprendizaje como “simultáneamente un fenómeno que se vive y se crea desde dentro, esto es, procesos de interacción e intercambio regidos por determinadas intenciones (...), en principio destinadas a hacer posible el aprendizaje; y a la vez, es un proceso determinado desde fuera, en cuanto que forma parte de la estructura de instituciones sociales entre las cuales desempeña funciones que se explican no desde las intenciones y actuaciones individuales, sino desde el papel que juega en la estructura social, sus necesidades e intereses”. Quedando, así, planteado el proceso enseñanza-aprendizaje como un *sistema de comunicación intencional que se produce en un marco institucional y en el que se generan estrategias encaminadas a provocar el aprendizaje* (Contreras, 1990, p. 23).

² El valor de la práctica de la enseñanza es muy grande. La práctica se halla omnipresente tanto en las actividades de los alumnos como en las de los profesores. Desde Dewey se destaca el papel de la experiencia: aprendemos por experiencia. Y también enseñamos por experiencia. El peligro es la rutina y la solución puede estar en la reflexión individual y colectiva (Mallart, 2000).

Por tanto, a la vista de lo anterior, podemos apuntar que la didáctica es la ciencia de la educación que estudia e interviene en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de conseguir la formación intelectual del estudiante.

2.2 Estructura didáctica

Pedro Cañal (2000; citado por Eder, 2005) define estructura didáctica como una guía consciente e intencional que proporciona una regulación general a la actividad y da sentido y coordinación a todo lo que se hace con relación a una meta, en función de las características de cada contexto y de las circunstancias específicas. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es tarea del profesor diseñar, planificar y plantear, *estrategias didácticas* que posibiliten que el estudiante se apropie de manera progresiva del objeto de estudio. Durante esta apropiación que realiza el estudiante, se observa un avance constante desde un nivel básico de aprendizaje, hasta la percepción, comprensión y consolidación de un contenido nuevo, de tal manera que el docente sirve como puente entre el contenido y el alumno.

Sin embargo, antes del diseño de las estrategias didácticas, es necesario que el profesor reconstruya, a nivel de secuencia, profundidad y amplitud, las ideas y actitudes científicas predominantes, es decir, el contenido disciplinario, haciendo coincidir los niveles de estos contenidos con las capacidades cognoscitivas potenciales de los estudiantes y conservando las estructuras conceptuales que le correspondan al objeto.

Por tanto, entre las tareas cognoscitivas planteadas por el maestro y el nivel conceptual en que se encuentra el estudiante con relación a las tareas, se desarrolla la contradicción básica que caracteriza al proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta contradicción, presente en todo el proceso, es la que el maestro debe observar y a la que se trata de dar respuesta en la propuesta de elaboración de Estructura Conceptual y Estructura Metodológica (Furlán, 1978).

El primer paso que realice el maestro con el fin de que el sujeto (alumno) se apropie del objeto (contenido), será la elaboración o construcción de la estructura conceptual. Para poder construir esta estructura conceptual, el maestro deberá entender que la realidad, los objetos, los fenómenos de la naturaleza y de la sociedad así como las transformaciones que en su desenvolvimiento histórico se producen son inherentes, objetivas e independientes de la conciencia humana. La tarea del conocimiento será entonces captar las propiedades y leyes objetivas pertenecientes al propio objeto. El pensamiento del estudiante tendrá que comprender, apropiarse de las leyes que son determinadas por el propio objeto, para conocer la realidad y transformarla.

De tal manera que en la construcción de la estructura conceptual el maestro tendrá que seleccionar de la realidad o sector de ésta que interese, los factores o elementos que se juzguen esenciales, eliminando los factores irrelevantes para su comprensión. Ya que como señala Furlán (1978, p. 43), *la estructura conceptual a transmitir será válida en la medida en que refleje el conocimiento científico de la realidad.*

Este mismo autor señala los pasos metodológicos que el profesor deberá seguir para el proceso de construcción de la estructura conceptual:

- a) Determinar en primera instancia, el objeto o sector de éste a estudiar.
- b) Señalar los conceptos que lo delimiten y expliquen.
- c) Establecer la ley o leyes fundamentales e inherentes a dicho objeto.
- d) Marcar los principios y teorías que permitan explicarnos un “x” número de casos.

De tal forma, que el maestro que realice estos pasos tendrá claro que la organización de la estructura conceptual intenta “neutralizar” toda desviación enciclopedista o “desliz de desorden” tratando de resaltar la comprensión de la estructura fundamental de la disciplina (Furlán, 1978, p. 45).

Una vez que el profesor lleva a cabo el proceso de construcción de la estructura conceptual, en el próximo paso deberá enfocarse a la producción de la estructura metodológica. De tal manera que es función de ésta, especificar las formas en que un cuerpo de conocimiento habrá de estructurarse para que pueda ser asimilado por el alumno.

La estructura metodológica, teniendo en cuenta el sistema de conocimientos incluidos en la estructura conceptual, toma como punto de partida el nivel alcanzado por el alumno, su capacidad de asimilación, haciéndolos entrar en concordancia con las leyes del desarrollo científico. Esto señala que el curso de la enseñanza no se determina únicamente por la lógica del contenido, aunque éste revista importancia decisiva. El acertado planteamiento de los problemas conceptuales ante los alumnos es de trascendental importancia para su apropiación (Furlán, 1978, p. 48). De tal manera, que la importancia de la estructura metodológica radica en que es en ésta donde convergen tanto los principios lógicos del contenido a enseñar como las características psicológicas del alumno.

Por lo tanto una estructura metodológica, apoyada en una estructura conceptual, nos presentará la información a transmitirse ya simplificada (en el sentido de seleccionada y organizada) posibilitando una mayor manipulación del contenido por parte del estudiante y ajustada a sus capacidades, de tal manera que deberá relacionarse con la capacidad y nivel del que aprende. Es decir, con la estructura cognoscitiva del alumno. Esta relación fijaría la potencialidad y valor de la interacción a producirse.

Así, Furlán (1978), menciona que la estructura metodológica de un cuerpo de conocimientos no es *absoluta* sino *relativa*, ya que por más que se considerara el

contenido como inalterable, su estructuración con fines de aprendizaje variaría según las capacidades cognitivas del que aprende. En este sentido, no es lo mismo enseñar un concepto dado a estudiantes de nivel universitario, que a alumnos de bachillerato.

La importancia de la estructura metodológica se ve condicionada por la posibilidad que ofrezca a la reorganización de la estructura cognoscitiva en términos de ordenamiento de las relaciones entre los hechos, conceptos, nexos, proposiciones, dados en la estructura conceptual. De tal manera que los estadios terminales de la reestructuración cognoscitiva del sujeto correspondan al estadio único de la estructura conceptual del objeto, planteada en niveles de abstracción, generalidad, explicitación y precisión que le corresponde.

En este mismo orden de ideas, Furlán señala tres principios para el ordenamiento de la estructura metodológica³:

- El primero tiene que ver con el orden en que aparecen los elementos y la articulación que se presenta entre ellos, es decir, principio de *Secuencia*.
- La *profundidad*, como segundo principio, señalará el nivel de abstracción, complejidad y precisión de un concepto.
- El tercer principio aparece ligado a la concepción integrativa, es decir, la forma en que se señalan las *relaciones horizontales* de conceptos o entre conceptos, contemplando tanto los de la propia disciplina como la de los otros.

Una vez que hemos mencionado lo referente al trabajo de construcción que debe realizar el docente en relación a la estructura conceptual y metodológica, es necesario retomar las bases conceptuales para definir y explicar en qué consiste una estrategia didáctica o de enseñanza.

2.2.1 Elementos de la estructura didáctica

El llamado proceso de enseñanza-aprendizaje, tiene una dimensión histórica clara, pero también una representación formal si se toman en cuenta las relaciones sincrónicas que existen en tal proceso. Así pues, las relaciones que existen entre los elementos institucionales del aprendizaje constituyen un sistema o estructura. Estructura que conforma un plano didáctico cuyo referente fundamental es el proceso de enseñanza-aprendizaje.

³ Para conocer de una manera más amplia cada uno de los principios que señala el autor, véase Furlán, A. *Construcción de la estructura metodológica*, 1978.

Los elementos constituyentes de la estructura didáctica son: el alumno, el contenido, los objetivos, el profesor y las estrategias de enseñanza, los cuales pueden ser representados de la siguiente manera (Furlán, 1978, p. 20).



**Fig. 1 Esquema que representa los elementos que conforman la estructura didáctica.
Tomado de Furlan, 1978.**

A su vez, cada uno de estos elementos que conforman la estructura didáctica, se relacionan entre sí para formar diferentes subsistemas que estarán regulando las características de este plano didáctico. Básicamente se reconocen tres subsistemas:

Subsistema 1: Alumno-contenidos-objetivo. En referencia a un contenido concreto, el alumno presenta un desfase que lo introduce precisamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De tal forma que el alumno opera sobre un contenido asimilándolo de tal forma que va cubriendo paulatinamente sus propósitos, los cuales difícilmente coinciden con los objetivos planteados en una cierta área de conocimiento. De esta forma, los objetivos didácticos o curriculares enuncian metas para el estudiante. Así, el trabajo didáctico es proveer la estructura conceptual del área de conocimiento de referencia, lo cual resulta necesario para el logro de los propósitos y objetivos curriculares (Furlán, 1978).

Por tanto, es labor del docente adecuar la estructura conceptual tanto a las exigencias curriculares expresadas en los objetivos los cuales precisan el nivel de complejidad de los contenidos, como a las condiciones psicológicas del alumno, y hacer que éste las asimile.

Subsistema 2: Profesor-contenidos-estrategias. Las acciones que el profesor planifica para facilitar el aprendizaje de los estudiantes, estableciendo con especificidad el nivel de complejidad y tipo de comportamiento que el estudiante tiene que cubrir, son lo que se conoce como estrategias. De tal manera que estas acciones docentes tendrán que ajustarse, por un lado, a los niveles cognitivos del alumno y, por otro, a los contenidos que le son indicados en el currículum escolar. En este sentido, el profesor no puede enseñar lo que él quiera, sino que debe respetar las políticas institucionales, apegándose a enseñar los saberes por los que fue contratado (Furlán, 1978).

Subsistema 3: Alumno-contenido-profesor. En lo que concierne a la adquisición sistemática, orientada y secuenciada del contenido, el profesor desempeña un papel importante, apoyando e impulsando el aprendizaje del alumno en forma directa y explícita. El precepto que opera en la relación *maestro-alumno* está manifestado en los objetivos que se pretenda alcance el alumno. El apoyo sistemático docente no es sino uno de los elementos de esta relación *maestro-alumno* cuya conexión es únicamente el contenido en lo que a la estructura didáctica se refiere.

Así, hay dos dimensiones altamente articuladas y complejas que se presentan en esta relación: la comunicación y la interacción social. Estas dimensiones son particularmente importantes porque explicitan las vinculaciones sistemáticas entre la estructura didáctica como representación de la situación educativa y las condiciones histórico-sociales de los sujetos intervinientes con sus praxis sociales, como profesionales docentes y alumnos y el uso social que se hace del conocimiento que ejerce las vinculaciones de la propia estructura (Furlán, 1978).

La información aquí planteada nos obliga a pensar en la acción docente, no como una simple transmisión verbal de algún contenido, sino como una actividad necesariamente *reflexiva-epistemológica*, generadora de las mejores condiciones, tanto sociales como didácticas, que favorezcan la construcción del conocimiento del alumno.

2.3 Enseñanza de la ciencia

La ciencia forma parte inseparable de la cultura actual y es, probablemente, lo que más la diferencia de las anteriores (Bunge, 1981). La concepción del mundo que tienen los hombres y mujeres de hoy, está, en gran medida, determinada por el conocimiento científico y sus aplicaciones tecnológicas. Sin embargo, la imagen de la ciencia se ha

visto a menudo simplificada y distorsionada, al no considerarse los aspectos históricos y filosóficos de la misma.

Hoy nadie duda del importante papel que juegan las ciencias en la sociedad actualmente, trascendencia que debería verse reflejada en su estatus dentro del sistema educativo. Así mismo, actualmente está asumida, por científicos, educadores y divulgadores, la necesidad de hacer llegar y de hacer partícipe a la sociedad de la ciencia y la tecnología que los especialistas van construyendo y desarrollando. Sin embargo, paradójicamente, la realidad nos muestra una muy discreta presencia de las materias de ciencias en la educación primaria y una importante reducción de éstas en los currículos de secundaria obligatoria.

Blanco (2004) señala diversas razones que justifican la necesidad de involucrar a la sociedad en el “mundo científico”. Una de ella es de índole *cultural*. La ciencia es una de las mayores consecuciones de nuestra cultura y, por tanto, todos los jóvenes deberían ser capaces de comprenderla y apreciarla. Deberíamos entender a la ciencia como un producto cultural.

La persona preparada científicamente tiene que poseer un bagaje suficiente de conocimientos sobre los hechos, conceptos, estructuras conceptuales y habilidades que le permitan seguir aprendiendo lógicamente. Esta persona será capaz de apreciar el valor de la ciencia y la tecnología y de entender a su vez sus limitaciones.

Desde una *perspectiva social* es importante mantener relaciones entre la ciencia y la sociedad en sentido amplio. La especialización y la naturaleza técnica de la ciencia moderna son vistas como un problema que puede conducir a una fragmentación social (los científicos por un lado y los ciudadanos por otro) e incluso al alejamiento de muchos ciudadanos de la ciencia y la tecnología. Desde la óptica de los científicos, la mejora de la comprensión pública producirá una mayor simpatía y, por tanto, una corriente favorable al apoyo y a la subvención de la investigación.

Finalmente, propone que también se puede analizar esta cuestión desde una *perspectiva de utilidad*. Una cierta comprensión de la ciencia y de la tecnología es necesaria para vivir en sociedades científica y tecnológicamente avanzadas. Así, los ciudadanos estarían mejor preparados para tomar decisiones sobre dietas, salud, seguridad, y poder evaluar mejor los mensajes publicitarios y hacer mejores elecciones como consumidores.

Ahora bien, para hacer llegar la ciencia a los estudiantes, es necesario llevar a cabo una reelaboración del “conocimiento científico oficial” (es decir, aquel producido por los científicos y recogido en los medios reconocidos como tales: publicaciones, revistas, informes de investigación, congresos, etc.) para convertirlo en “conocimiento escolar”

adecuado para alumnos de diferentes edades y desarrollo intelectual, es decir, el modelo de enseñanza y aprendizaje debe estar orientado a promover un cambio en la metodología, acompañado de una profundización en el análisis de la estructura conceptual de la disciplina. El problema de la enseñanza de las ciencias naturales, como el de cualquier otra ciencia, reside en reflexionar sobre qué contenidos enseñar. En otras palabras, encontrar una manera de transformar el contenido «privado» en «público» (Otero, 1989; citado por Rabino *et al.*, 2002).

El problema de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales es, en síntesis, un problema de «transposición didáctica», que, no debe ser entendido únicamente como simplificaciones sucesivas (Jiménez y Sanmartí, 1997). En este proceso han de ser conjugados y equilibrados aspectos científicos y aspectos educativos que con frecuencia, especialmente en los niveles iniciales de la enseñanza, resultan difíciles de integrar. Por ejemplo, la selección de aquello considerado importante desde la ciencia de los expertos con las edades y las características de los estudiantes y los objetivos que persigue el sistema educativo.

En este sentido, la didáctica de las ciencias ha tenido un desarrollo progresivo en los últimos treinta años. Después de los proyectos de enseñanza por descubrimiento realizados en USA, Australia y Gran Bretaña y de los trabajos basados en la escuela de Piaget (Shayer y Adey, 1984), destacan los realizados en la última década sobre el constructivismo y el cambio conceptual (Posner *et al.*, 1982; Novak, 1988). Durante estos años la didáctica de las ciencias se ha nutrido fundamentalmente de las propias disciplinas científicas básicas y de la psicología del aprendizaje.

Posner *et al.* (1982) sugieren que, por analogía con el proceso social del cambio de paradigma, los individuos aprenden nuevos esquemas científicos (opuestos a hechos o experiencias particulares) mediante un proceso de “cambio conceptual”. Ellos utilizan los términos de Piaget (1972) de “asimilación” (el ensamble de nuevas experiencias en esquemas mentales existentes) y “acomodación” (el cambio revolucionario de esquemas que dejan de ser lo suficientemente poderosos para explicar las experiencias de uno), para describir los procesos de aprendizaje, aunque dicen que no usan los términos en el mismo sentido que Piaget. Los teóricos del cambio conceptual emplean el término “concepciones”, nuevamente tomado de Piaget (1972), para describir las estructuras mentales análogas a los paradigmas. Así, los eventos de acomodación (o “cambios conceptuales”) de un individuo, son vistos como directamente análogos con las “revoluciones científicas” de Kuhn o los “cambios de paradigma”.

Una de las primeras aproximaciones al cambio conceptual ha sido la llamada *estrategia de conflicto*, en la que el maestro genera en el alumno una disonancia cognitiva entre sus concepciones alternativas y las científicamente sustentadas. Esta propuesta,

especialmente ha permeado en la enseñanza de la teoría evolutiva, como veremos más adelante.

Ahora bien, la enseñanza constructivista basada en las ideas de Vigotsky, postula que la enseñanza escolar de las ciencias se inicia con la propia construcción que los niños hacen de la realidad, de manera que para que los maestros conozcan de dónde partir en la enseñanza, deben buscar que sus alumnos expresen sus propias ideas y las puedan aplicar en diversas situaciones; lo que evitaría, de acuerdo con el constructivismo, la tendencia de los maestros de ciencias a intentar imponer verdades.

Por otro lado, actualmente, la didáctica de las ciencias cuenta con un cuerpo teórico de conocimiento, se está configurando cada vez más como una disciplina específica y desde hace unos pocos años se están estudiando y debatiendo sus fundamentos epistemológicos. Desde la didáctica general (Shulman, 1986), se señala que el «conocimiento didáctico del contenido» es uno de los aspectos esenciales que debe conocer el profesor de ciencias. Este conocimiento didáctico del contenido sería distinto del conocimiento de la propia disciplina o del psicopedagógico general.

Sin embargo, a pesar de los aportes que han realizado diferentes corrientes de pensamiento en la enseñanza de las ciencias, la investigación en didáctica de las ciencias ha identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias que podríamos denominar «clásicas». Entre estas dificultades cabe citar la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno.

En los últimos años se detecta un cierto desplazamiento en los centros de interés de la investigación y se presta cada vez más atención a factores tales como las *concepciones epistemológicas* de los alumnos, sus *estrategias de razonamiento* y a la *Metacognición* (Campanario y Moya, 1999). Las concepciones epistemológicas se refieren a las ideas acerca del conocimiento en general o, en este caso, acerca del conocimiento científico: cómo se estructura, cómo evoluciona y cómo se produce. Por ejemplo, muchos estudiantes piensan que el conocimiento científico se articula en forma de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas más que comprendidas; sin embargo, poco se ha tomado en cuenta el saber del profesor como centro de análisis.

Acorde a lo anterior, el trabajo realizado por Fernández *et al.*, 2002, en torno al *pensamiento docente*, pone de manifiesto que el principal error en el diseño de la formación inicial del profesorado estriba en concebir ésta como realmente inicial ignorando que los futuros profesores poseen ya unos conocimientos, plantean unos procedimientos y tienen unas actitudes hacia la enseñanza y el aprendizaje, que son el resultado de una formación adquirida “ambientalmente” a lo largo de los muchos años en

que han seguido como alumnos las actuaciones de sus profesores. Se trata de una formación que tiene una gran peso por su carácter reiterado y al no estar sometida a una crítica explícita, aparece como “natural” sin que llegue a ser cuestionada efectivamente.

2.4 Enseñanza de la Teoría Evolutiva

Es importante iniciar la enseñanza de la ciencia y en particular de la teoría de la evolución, señalando que la ciencia busca la organización sistemática del conocimiento acerca del mundo, se interesa por fórmulas, leyes generales y teorías que relacionan diferentes fenómenos y procura explicar los sucesos observables.

Así, en la selección de contenidos para la enseñanza de las ciencias en los distintos niveles educativos, es frecuente la inclusión de conceptos relacionados con el cambio biológico. El interés del tema se justifica dado que las explicaciones sobre el cambio biológico responden a unas de las preguntas centrales de la biología, referida al origen de la biodiversidad (Jiménez, 2003; citado por Mengacini y Menegaz, 2005). Por otro lado, la utilidad de los conocimientos relacionados con la evolución, más allá de proporcionarle a los alumnos cierto bagaje cultural, reside en la capacidad para interpretar y comprender diversos fenómenos que acontecen en la vida cotidiana de las personas, como por ejemplo, la resistencia bacteriana a los antibióticos, la diversidad humana, las variedades entre las especies domésticas o de interés comercial (Grau y De Manuel, 2002).

La interpretación de los cambios que han experimentado las especies a lo largo del tiempo como un proceso de selección natural constituye un modelo de gran potencia y ha generado, desde su formulación por Darwin y Wallace, grandes transformaciones tanto en las teorías e investigaciones en biología, como en la forma de contemplar el mundo y la posición de los seres humanos en él. Es decir, ha influido tanto en la comunidad científica como en la opinión pública. La publicación de *El origen de las especies* de Charles Darwin en 1859 originó un vivo debate en el que se mezclaban teorías científicas y posturas religiosas, por lo que se agotó la primera edición el mismo día de su aparición.

Así pues, la teoría de la evolución es central en la biología y es indudable el interés en que se aprenda adecuadamente (Jiménez, 2002). La importancia de aprender evolución como un proceso natural que explica por qué el mundo es como es, reside en que permite a los individuos estructurar buena parte de los conceptos propios de la biología y de las ciencias relacionadas con la vida.

Por otro lado, la teoría de la evolución es un concepto unificador y fundamental en la enseñanza de la Biología en todos los niveles académicos, ya que permite al estudiante unir el pasado y el presente de la historia biológica; al mismo tiempo, suele ser una de las

unidades didácticas más complejas de abordar (Bell, 1998). Dicha complejidad requiere, para ser comprendida, que el alumno posea pensamiento formal en el sentido piagetiano. Sin embargo, este tema que debería enseñarse mediante numerosos ejemplos y demostraciones, está en la realidad pobremente explicado en los libros de texto, e impartido por maestros que suelen desconocer el nivel de conocimiento de sus estudiantes.

Por otro lado, podemos mencionar que los conceptos propios de la teoría darwinista resultan de difícil comprensión e internalización y son muchas veces mal comprendidos e imposibles de analizar en un laboratorio (Bell, 1998). Estas dificultades se incrementan considerablemente al analizar los mecanismos básicos que rigen los procesos evolutivos englobados dentro de la Teoría Sintética de la evolución. Se requiere que los estudiantes piensen en términos de poblaciones, genes, frecuencias de alelos y en la noción de tiempo, considerando que la evolución es un cambio en la constitución genética de las poblaciones a lo largo de las generaciones (Purves, 2001).

Así pues, la enseñanza de este tema se ve obstaculizada por un sinnúmero de razones. Entre las más señaladas por diversas investigaciones están la actitud, el entorno y la capacidad cognitiva de los estudiantes; la complejidad de la propia teoría y las dificultades que tienen los maestros para abordarla. Numerosos son los estudios que se han hecho intentando solucionar uno o varios de los problemas anteriores, pero en general las diferencias metodológicas que se han propuesto para lograr que el alumno se apropie del conocimiento evolutivo, arrojan resultados parciales (Sánchez, 2000).

Por su parte Purves (2001), señala que los mecanismos evolutivos (desde la genética de poblaciones) pueden estudiarse a través de un modelo matemático “sencillo” como el que propone la ley de Hardy-Weinberg (H-W). Sin embargo su aprendizaje en el aula presenta varios inconvenientes de índole práctica, así como dificultades epistémicas. Para superar tanto los problemas de implementación práctica como los epistémicos, se recurre normalmente a diversas estrategias didácticas.

Como se ha mencionado en las líneas anteriores, para que los alumnos logren apropiarse de una manera integral de lo que implica el proceso evolutivo en los sistemas vivos, se requiere que los estudiantes comprendan otros conceptos relacionados con dicho fenómeno, y en este sentido, el concepto de *adaptación biológica* cumple una función sumamente importante como un concepto inclusor.

2.5 La Adaptación Biológica

El término *adaptación biológica* es un concepto central en el campo de la biología que ha sido frecuentemente mal interpretado. Si bien el concepto parece estar bien establecido, las dificultades aparecen en el momento de definir la adaptación y cuantificar su importancia (Verdú, 1997).

El término de *adaptación biológica* está definido en algunos libros de texto de la siguiente manera:

- a) En biología evolutiva, cualquier estructura, proceso fisiológico o pauta de comportamiento que hace a un organismo más eficaz para sobrevivir y reproducirse, en comparación con otros miembros de la misma especie (Wilson, 1975).
- b) Es la característica que le permite a un organismo sobrevivir y reproducirse en su ambiente natural mejor que si no la tuviera (Ridley, 2007).
- c) Es la unión entre un organismo y su ambiente, y se aplica a todos los aspectos de su biología: anatomía, fisiología, procesos bioquímicos, comportamiento, dieta y ciclo de vida (Pond, 1993).
- d) El proceso de adaptación se refiere a la composición genética de una población de organismos que están cambiando con el tiempo. El término es sinónimo de evolución por selección natural. Cada generación consiste de un alto porcentaje de individuos que poseen características adaptativas. (Bishop y Anderson, 1985)

Como podemos apreciar, las definiciones que se vierten respecto al concepto de *adaptación biológica* difieren notablemente entre ellas. Mientras que los enunciados a), b) y c), definen a la adaptación como rasgos fenotípicos, el enunciado d), trata al fenómeno adaptativo como un *proceso*.

Esta “dualidad” que se encuentra al momento de definir lo que es la *adaptación biológica* podría estar repercutiendo durante la enseñanza y el aprendizaje de dicho concepto como veremos más adelante. Sin embargo, antes de revisar algunas de las problemáticas didácticas en torno a este importante concepto, es necesario mencionar algunos referentes teóricos.

2.5.1 Teología y Adaptación

El término adaptación fue un concepto crucial en la Teología Natural –una escuela de pensamiento que fue muy influyente desde el siglo XVIII hasta los tiempos de Darwin-. Los teólogos naturales explicaban las propiedades de la naturaleza, incluyendo la adaptación, teleológicamente (es decir, por la acción directa de Dios). John Ray y William Paley fueron dos pensadores importantes de esta escuela (Ridley, 2007).

Paley explicaba la adaptación en la naturaleza por la acción creativa de Dios: “...cuando Dios creó el mundo con sus criaturas vivientes, él creó milagrosamente sus adaptaciones también”. La teología natural fue sumamente influyente en la manera de entender las adaptaciones en la naturaleza, pero su principal influencia –más allá de la biología- era un argumento para probar que Dios existía, llamado a éste: *el argumento del diseño*.

Parte de la razón por la cual la teoría de Darwin fue muy controversial, fue que echó por tierra uno de los más populares (en ese momento) argumentos para la existencia de Dios. La diferencia clave entre la teología natural y el darwinismo es que el primero explica las adaptaciones por acción supernatural, y el segundo por selección natural (Ridley, 2007).

La teología natural y la selección natural no son las únicas que han ofrecido explicaciones para la *adaptación biológica*. La herencia de los caracteres adquiridos sugiere que los procesos hereditarios producen automáticamente las adaptaciones. En cambio, en el darwinismo, las variaciones que se originan no están orientadas hacia el mejoramiento de las adaptaciones. Las mutaciones no tienen dirección y la selección provee la dirección adaptativa, es decir, las mutaciones son al azar con respecto a la selección natural. Este es uno de los más fundamentales principios de la teoría evolutiva darwiniana: la selección natural es la única explicación para la *adaptación biológica* (Ridley, 2007).

2.5.2 La Teoría Sintética y el concepto de Adaptación Biológica

La comprensión de la variabilidad, la herencia y el tiempo fue tan difícil que los primeros 70 años de la biología evolutiva se caracterizaron por su turbulencia. Pero entre 1932 y 1953 se publicaron una serie de libros importantes que integraron con éxito la genética con los cuatro postulados de Darwin y condujeron a la reformulación de la teoría de la evolución. De esta forma, las ideas posteriores a la publicación de *El Origen de las Especies* por Charles Darwin en 1859, y de los *Experimentos de Hibridación en Plantas* por Gregor Mendel en 1866, permitieron la síntesis entre el Darwinismo y el Mendelismo que ha venido a llamarse la *Nueva Síntesis* o *Teoría Sintética* (Corredor, 2007).

Así, en el año de 1947, en el simposio internacional de Princeton, se llegó a las siguientes conclusiones sobre la síntesis moderna (Mayr, 1982):

- 1) La evolución gradual es consecuencia de pequeños cambios genéticos sobre los que actúa la selección natural.
- 2) La selección natural es el principal mecanismo evolutivo.
- 3) La diversidad tiene un origen *poblacional*
- 4) El origen de las especies y de los taxones superiores, o macroevolución, se puede explicar en términos de la selección natural que actúa sobre los individuos, o microevolución.

En la visión de la Nueva Síntesis, nuevas variantes pueden ser seleccionadas positivamente por su contribución a la adaptabilidad del individuo, mientras que otras son eliminadas porque no contribuyen de manera alguna o contribuyen negativamente. Así mismo, dos variantes distintas en la población pueden mantenerse a un mismo tiempo porque – de acuerdo con Fisher – el heterocigoto (el individuo con dos variantes de un mismo gen) posee una ventaja selectiva.

En general la Nueva Síntesis hace un gran énfasis en la selección natural, en la idea que la variabilidad que observamos se ha fijado en la población porque es beneficiosa. Sin embargo, hay críticas a la Nueva Síntesis con respecto a cuál es la razón por la cual se fija en la población una determinada variante. Una de ellas es que hay variantes, en particular a nivel molecular, que se pueden fijar de manera neutra, porque se fijan sin influir ni positiva ni negativamente en la población. Así, en modelos de simulación es posible observar que al medir una determinada frecuencia alélica de generación en generación, los alelos se pueden fijar en toda la población sin ser seleccionados positivamente con consecuencias importantes en el proceso evolutivo, cambiando así el perfil de la población, como sucede, por ejemplo, cuando las poblaciones son muy pequeñas (Corredor, 2007).

Ernst Mayr, uno de los autores de la Nueva Síntesis, plantea que ésta busca llegar a un acuerdo donde se incluyen ideas tales como que no todas las mutaciones son deletéreas, algunas son neutras y otras adaptativas, el material genético es constante, no hay herencia lamarckiana y la recombinación genética es una de las fuentes más importantes de variación en las poblaciones.

Es preciso mencionar que todos los procesos de herencia hasta ahora conocidos tienen como denominador común la existencia de variación genética, que es la materia prima sobre la cual actúa la selección natural. Son varias las fuentes de variación genética que pueden encontrarse a nivel individual. Y los individuos con sus genomas forman una estructura genética poblacional sobre la que van a actuar procesos distintos modificando la variabilidad a nivel poblacional. En Strickberger (2009) se puede encontrar una

explicación mucho más detallada de las fuentes de variación genética y su potencial evolutivo (Verdú, 1997).

Así mismo, la Nueva Síntesis incluye la idea de que la variación fenotípica continua es el resultado de factores poligénicos múltiples y de interacciones epistáticas, afirmación que no está en conflicto con la herencia particulada. Esta afirmación es importante porque la herencia cuantitativa, la herencia que en principio no parece particulada o discreta, tales como el peso, el tamaño, etcétera, puede explicarse por la influencia de la interacción de varios genes. Esta visión no está en conflicto con la visión mendeliana de la herencia. Esto es lo que en general constituye la síntesis de todas estas corrientes (Corredor, 2007).

Si volvemos entonces a las condiciones iniciales podemos expresarlas de manera algo más precisa: los requisitos para que ocurra el proceso evolutivo es que haya variaciones genéticas entre individuos de una misma población; que haya una relación consistente entre el atributo y la capacidad de apareamiento, de fertilización, de fertilidad, de fecundidad y/o de supervivencia – que son los diferentes constituyentes de lo que se denomina *fitness biológico* o la *adaptabilidad*; que haya una relación consistente entre parentales y progenie para un atributo dado, y que el atributo sea por lo menos parcialmente independiente de los efectos ambientales comunes, es decir, que esté determinado por las características genéticas de esos individuos. Si estos requisitos se cumplen, el proceso evolutivo, entendido como el cambio en la distribución de la frecuencia de los genes en una población, es posible (Corredor, 2007).

De esta forma, el núcleo teórico de la síntesis moderna implica los siguientes tres principios:

- a) Que la selección natural es *la principal fuerza* evolutiva y la *única* que produce *adaptación*. Sin embargo, no se pretende, en ningún momento, que la selección natural sea el único agente evolutivo, pero que sí desempeña un papel preeminente, en tanto que la evolución es concebida –desde Darwin y hasta la síntesis moderna- como proceso esencialmente adaptativo.
- b) Que la evolución es necesariamente gradual. Pero gradual no en el sentido de que deba darse continuamente o a una tasa uniforme; sí, en cambio, en otros dos sentidos: los cambios deben ser graduales en su magnitud, para que el cambio fenotípico producido no resulte inadaptativo, y deben ser graduales en el tiempo, ya que antes que cualquier mutación individual ventajosa prevalezca en una especie, deberá extenderse en la población mediante la herencia a las progenes en sucesivas generaciones.
- c) Cualquier mecanismo evolutivo debe ser consistente con lo que sabemos de genética y de microevolución. Esto implica que cualquier proceso

macroevolutivo deberá ser consistente –es decir, no podrá estar reñido- con la microevolución (Cachón, 2008).

2.5.3 La Selección Natural no es aleatoria

La evolución por selección natural se caracteriza a veces como un proceso aleatorio, pero nada puede estar más lejos de la realidad. La evolución por selección natural no es aleatoria, ya que aumenta la adaptación al ambiente. Sin embargo, el proceso de selección no aleatoria está completamente libre de cualquier intencionalidad consciente. Realmente Darwin llegó a rechazar la frase acuñada “seleccionada naturalmente” porque la gente creía que la palabra selección implicaba un acto consciente o la elección por algún ser. No ocurre nada de esto (Freeman, *et al*, 2002).

Además, aunque la evolución tiende con el tiempo a aumentar la complejidad, el grado de organización y la especialización de los organismos, no es progresiva en el sentido de conducir hacia algún objetivo predeterminado. La evolución hace organismos “mejores” sólo en el sentido de aumentar la adaptación a su ambiente. No hay una tendencia inevitable hacia formas más avanzadas de vida. Por ejemplo, las tenias actuales no tienen sistema digestivo y han evolucionado realmente para ser más simples que sus antecesores. Las serpientes evolucionaron a partir de antecesores que tenían extremidades. Las aves más primitivas del registro fósil tenían dientes (Freeman, *et al*, 2002).

La selección natural puede actuar sólo a partir de la variación que ya existe en la población. Por ejemplo, la selección no puede crear de manera instantánea un pico nuevo y óptimo para romper los frutos. Únicamente selecciona a partir del rango de los picos que existen en la población.

Sin embargo, con el tiempo, la selección natural *puede* dar lugar a caracteres nuevos. La evolución de nuevos caracteres es posible porque, en cada generación, las fuentes de variación genética (mutaciones, recombinación genética y transferencia horizontal de genes) dan lugar a nuevas variantes y por ello una nueva serie de caracteres sobre los que la selección natural puede actuar.

La selección natural puede también dar lugar a características novedosas. Esto es posible debido a que la selección es capaz de “reorientar” comportamientos, estructuras o genes ya existentes hacia funciones nuevas.

Ya que percibimos la perfección y la complejidad del mundo natural, parece que la evolución por selección natural desafía la credulidad. Aquí hay, realmente, dos asuntos. El primero es cómo cambios al azar pueden dar lugar a un “orden”. Las fuentes de variación

genética son sucesos aleatorios, por lo que la producción de variación en una población se da al azar. Pero la selección de dichas variantes, o mutantes, no es al azar: está dirigida en el sentido de aumentar la eficacia biológica. Y lo que nosotros percibimos como altamente ordenado, complejo o incluso perfecto en el mundo natural son las características adaptativas: estructuras o comportamientos que aumentan el *fitness* biológico. Pero no hay nada consciente o inteligente detrás del proceso (Freeman, *et al*, 2002).

2.5.4 Las Unidades de Selección

La vida en la naturaleza se manifiesta en distintos niveles de organización, desde los genes hasta las especies o incluso grupos mayores, pasando por las células, órganos o individuos. Por diversos años, el debate en biología evolutiva acerca de los niveles de selección ha traído un intenso interés de los filósofos de la ciencia. La cuestión principal se refiere al nivel de jerarquía biológica en la que se produce la selección natural. ¿Actúa la selección sobre los organismos, los genes, grupos, colonias, demes, especies, o alguna combinación de estos? (Okasha, 2006).

Este problema tiene su raíz en dos cuestiones fundamentales: a) el mecanismo de la selección natural, tal y como lo presentó Darwin, es susceptible de describirse en términos esquemáticos (Lewontin 1970, Maynard-Smith 1987, citados en Andrade-Fajardo, 2008) y b) el mundo viviente se nos presenta organizado de manera jerárquica. Así pues es concebible pensar que la supervivencia diferencial ocurre en cualquiera de los niveles de una jerarquía biológica.

Acorde a la tradicional teoría darwiniana la respuesta es el organismo. Cuando Charles Darwin postuló su teoría de la selección natural, dejó patente que ésta actúa sobre los individuos. Son los individuos los que sobreviven y se reproducen diferencialmente, no los genes, las poblaciones o las especies, los que transmiten sus atributos a las generaciones siguientes (Verdú, 1997).

En 1970 Richard Lewontin publica un artículo titulado “The Units of Selection” donde pueden rastrearse los lineamientos que siguió la discusión acerca de la unidad que era objetivo de la selección natural. En él, Lewontin señaló tres principios en los que considera están encarnados en el esquema darwiniano (Andrade-Fajardo, 2008):

- a) Los individuos en una población presentan diferencias morfológicas, fisiológicas y etológicas (variación fenotípica).
- b) Esta variación fenotípica presenta diferentes tasas de supervivencia y reproducción en distintos ambientes (*fitness* diferencial).

- c) Existe una correlación entre padres e hijos en la contribución de cada uno para las generaciones futuras (el *fitness* es heredable).

Si estas tres características se pueden aplicar a un determinado nivel de la organización biológica, se puede afirmar que en dicho nivel opera la selección natural.

Así pues, la idea del individuo como la unidad de acción de la selección natural ha sido recientemente cuestionada desde niveles “inferiores” con las ideas de “*El gen egoísta*” de Dawkins, y desde niveles “superiores” con la idea del **beneficio para la especie** de Wynne Edwards (selección de grupo). Otros modelos de selección propuestos como los de **neutralismo** (Kimura), **selección por parentesco** (Haldane), **altruismo recíproco** (Trivers) y **selección de especies** (Eldredge y Gould) amplían el concepto darwiniano de selección individual sin contradecirlo. En la tabla 1 se observan estos niveles de selección propuestos (Verdú, 1997).

Tabla 1. Unidades de selección y los autores que proponen cada categoría. Tomada de Verdú, (1997).

Genes (Dawkins)	Neutralismo (Kimura)
Individuo (Darwin)	Selección por parentesco (Hamilton) Altruismo recíproco (Trivers)
Grupos (Wynne Edwards)	Selección de especie (Eldredge y Gould)

No ahondare en explicar en qué consiste cada uno de los niveles de selección formulados, independientemente de esto, lo que sí es importante señalar, es la visión de la Teoría Sintética con respecto al nivel en el que actúa la selección natural. En este sentido, para los autores de la Teoría Sintética la *unidad de selección* en el proceso evolutivo lo constituyen *poblaciones* de organismos y no los individuos. Este modo de pensar llevó al concepto biológico de especie desarrollado por E. Mayr en 1942 (Kutschera y Niklas, 2004).

2.5.5 Enseñanza de la Adaptación Biológica

El concepto de *adaptación biológica* es uno de los términos más problemáticos y de mayor uso en relación con la enseñanza y la evaluación de la teoría de la evolución. Parte de la dificultad se debe a que su uso en el lenguaje cotidiano es muy diferente al que tienen en términos evolutivos. Cuando se escucha en la conversación común que un individuo se adapta, uno entiende que responde a las condiciones ambientales, ya sea alterando su forma, función o conducta. Para el lego, “adaptarse” significa también acomodarse o ajustarse, o bien tiene el significado ecológico de aclimatación, es decir, el proceso durante el cual un individuo sufre adaptaciones morfológicas o fisiológicas ante uno o más elementos abióticos y bióticos (Bougey, 1980).

En cambio, dentro de la terminología evolutiva, cuando se dice que un “organismo” se adapta, se entiende que la composición genética de la población cambia en un periodo de varias generaciones; en estos términos, la *adaptación biológica* es la modificación de la estructura, fisiología, desarrollo o conducta de un organismo que le hace más apto para seguir su forma de vida, por ejemplo para vivir en cierto ambiente o alimentarse de ciertos alimentos; dichas alteraciones son producto de la selección natural que opera sobre la variación genética dentro de las poblaciones de organismos.

Ambas definiciones, la común y la evolutiva, son completamente diferentes, pero cuando el alumno escucha el término construye significados en función de la primera definición, la cual le es más familiar (Sánchez, 2000). De acuerdo con esto, pareciera ser que el problema planteado para la apropiación de este concepto radica únicamente en la construcción errónea que hace el alumno a partir de lo que escucha, sin embargo, tendríamos que reflexionar en torno a la posibilidad de que los mensajes que esté recibiendo el alumno por diferentes medios (radio, televisión, internet y hasta en la propia escuela) sobre el concepto de *adaptación biológica*, no sean los adecuados, es decir, cómo saber si durante una entrevista, un documental de televisión o durante la explicación del profesor se explicita el sentido en el cual se está empleando el término, en el común o en el evolutivo.

A menudo ciertas influencias culturales y derivadas del uso del lenguaje también interaccionan con el aprendizaje de las ideas científicas. Es común la creencia de que hay que *adaptarse a las circunstancias*. O bien *adaptarse* o *morir*. Este supuesto, útil en usos y costumbres sociales, se aplica de forma simplificada al proceso de adaptación de los organismos al medio. El uso cotidiano del término *adaptación* poco tiene que ver con su significado biológico (Grau y De Manuel, 2002).

Incluso, como menciona Bunge (1989), “...la literatura biológica está plagada de expresiones de las formas “el órgano X se ha formado (o ha evolucionado) para hacer Y”, “la finalidad de X es desempeñar la función Y”, “la meta del comportamiento X de los

miembros de la especie Y es la conservación de Y”, y otras parecidas. En resumen, la literatura biológica, incluso en nuestros días, está repleta de expresiones provenientes de la época finalista o teleológica, que es decir del periodo arcaico del pensamiento humano...”, expresiones que sin duda denotan una concepción determinista del proceso adaptativo, lo cual, indudablemente influye en la manera en como los estudiantes aprenden este concepto.

En un estudio realizado por Jiménez (2002) se pone de manifiesto las dificultades que presentan los estudiantes cuando definen el concepto de *adaptación biológica*. La mayoría de los alumnos definen incorrectamente la adaptación como “acostumbrarse al insecticida” e incluye otras ideas de tipo finalista y antropomórfico “más perfectas”, “buscan la supervivencia”, la causa del cambio en la población se atribuye a los cambios individuales -y heredables- en organismos que pasarían a ser resistentes en respuesta a la exposición al insecticida.

Ambas respuestas son reales y, ante este problema, las “lamarckistas” son las más frecuentes tanto entre alumnado de secundaria como universitario (Jiménez, 1991). Si al profesorado le resulta difícil escoger entre ambas, en parte se debe a una escasa reflexión sobre las diferencias entre el modelo darwinista y el lamarckista (y sobre la persistencia del segundo), y en parte a que en el perfil conceptual de muchas personas (incluyendo docentes) pueden, como indica Mortimer (2000, citado por Jiménez, 2002) coexistir ambos modelos.

En otro orden de ideas, conocer los mecanismos que garantizan la transmisión y la conservación de los caracteres hereditarios dentro de las poblaciones, así como la diversidad intraespecífica facilitará comprender cómo aquellos organismos con ciertas diferencias genéticas sobreviven bajo determinadas circunstancias ambientales, pueden transmitir estas características a sus descendientes y contribuir, como consecuencia de ello, a la evolución de las especies (Ayuso y Banet, 2002).

2.5.6 El programa Adaptacionista

Por otra parte, no todo rasgo seleccionado es necesariamente adaptativo como se menciona más adelante respecto al modelo de “selección sin adaptación” de Gould y Lewontin (Dressino y Lamas, 2006). Gould y Lewontin (1979) escribieron un artículo considerado como un clásico dentro de la literatura científica sobre evolución, en el que se critica el denominado “Programa Adaptacionista”.

Entendemos por programa adaptacionista a la corriente teórica originalmente esbozada por Weissman y Wallace a finales del siglo XIX que se instauró en la comunidad de biólogos a partir de la década del '50. Este programa afirma la importancia casi exclusiva de la selección natural por sobre otros mecanismos evolutivos para la explicación adaptativa. Consiste en asumir que todos los caracteres de los organismos son adaptaciones óptimas moldeadas por la selección natural.

A continuación se presenta parte de la traducción del resumen de dicho trabajo:

“Un programa adaptacionista ha dominado el pensamiento evolucionista en Inglaterra y Estados Unidos durante los pasados 40 años. Este programa está basado en la fe sobre el poder de la selección natural como agente optimizador. Su modo de proceder es atomizar al organismo en “rasgos” individuales y proponer una historia adaptativa para cada uno de ellos separadamente. Los compromisos entre las demandas selectivas contradictorias ejercen el único freno a la perfección: la no-optimación es por ello explicada también como un resultado de la adaptación..”.

De esta forma, los adherentes al programa adaptacionista aseveran que cualquier rasgo en un organismo existe porque la selección natural lo ha favorecido. Siguiendo con esta argumentación sostienen que la selección natural puede explicar la existencia de características adaptativas complejas.

2.6 La Evaluación

La práctica de la evaluación se explica por la forma en que se llevan a cabo las funciones que desempeña la institución escolar y por eso viene condicionada su realización por numerosos aspectos y elementos personales, sociales e institucionales. Al mismo tiempo, ella incide sobre todos los demás elementos implicados en la escolarización: transmisión del conocimiento, relaciones entre profesores y alumnos, interacciones en el grupo, métodos que se practican, disciplina, expectativas de alumnos, profesores y padres, valoración del individuo en la sociedad, etc. Ayuda decisivamente, por tanto, a configurar el ambiente educativo (Fernández-Pérez, 1986, citado por Gimeno, 1992). Así pues, estudiar la evaluación es entrar en el análisis de toda la didáctica que se practica.

Para Tyler (1973), *...la evaluación tiene por objeto descubrir hasta qué punto las experiencias de aprendizaje tales como se las proyectó, producen realmente los resultados apetecidos...* Desde esta representación enunciativa la evaluación aparece como zona de engarce de dos momentos particulares del planteamiento y ejecución de un esquema curricular; las actividades de aprendizaje por una parte y, por otra, los

resultados de éstas, resultados que en el planteamiento del autor se plasman en las conductas manifestadas por los alumnos.

El proceso de evaluación –sostiene Tyler– significa fundamentalmente determinar en qué medida el currículum y la enseñanza satisfacen realmente los objetivos de la educación. Así, vemos que la evaluación es perfilada como un campo que suscita situaciones para que los alumnos expresen y desplieguen las conductas que den cuenta del logro de los objetivos de aprendizaje.

En el esquema de Jackson (1975), después de analizar lo que ocurre en las aulas, se afirma que evaluar significa resaltar procesos *post-activos* de la enseñanza, lo que ocurre cuando se reflexiona sobre lo que ya ha pasado en un tiempo y en unas actividades de enseñanza. Esa fase post-activa sigue a la realización de la enseñanza (procesos interactivos) que, a su vez, han sido objeto de planificación previa (procesos preactivos). En el caso de la *investigación en la acción*, esquema de racionalización de los procesos didácticos, donde se resalta la importancia de *la reflexión sobre lo ocurrido*, la evaluación es un recurso para mejorar los procesos pedagógicos. En estos planteamientos la evaluación tiene el significado y valor de servir a la toma de conciencia sobre la práctica.

La evaluación desempeña diversas funciones, es decir, sirve a múltiples objetivos, no sólo para el sujeto evaluado, sino de cara al profesor, a la institución escolar, a la familia y al sistema social. Partimos de una realidad institucional históricamente condicionada y muy asentada que exige su uso: se evalúa por la función social que con ello se cumple. Es una misión históricamente asignada a la escuela y a los profesores en concreto, se realiza en un contexto de valores sociales, por unas personas y con unos instrumentos que no son neutrales (Gimeno, 1992).

Muchos de los efectos o funciones que cumple la evaluación son producto de toda una “patología” en las formas de realizarla, producida por necesidades no pedagógicas. Por el modo en que está institucionalizada la enseñanza, por el hecho de que los resultados obtenidos repercuten en valoraciones de los sujetos y hasta son puntos de referencia para la autoestima, las prácticas de evaluación tienen influencia decisiva en los alumnos, en sus actitudes hacia el estudio y hacia el contenido, en los profesores, en las relaciones sociales dentro del aula y en el entorno social. Los profesores tienen que plantearse esta doble perspectiva: para qué y cómo evaluar, desde un punto de vista pedagógico, y qué funciones cumple la evaluación que realizan.

Finalmente, es preciso recuperar un cierto sentido naturalista de la evaluación como medio de conocimiento. No podemos olvidar un hecho simple, pero decisivo: sólo las informaciones obtenidas por los profesores (la mayoría de ellas por vía de evaluación informal), de acuerdo con sus esquemas de apreciación y en el transcurso de la acción, son las que, seguramente, ellos utilizarán con más acierto para orientar el curso que

deberán seguir los acontecimientos en clase, para reorganizar el proceso didáctico, para la elaboración de juicios sobre los alumnos, etc. (Gimeno, 1992).

CAPITULO III. METODOLOGÍA

La educación escolar es un fenómeno social llevado a cabo por las instituciones educativas con el principal objetivo de formar y socializar a los sujetos, es decir, la educación consiste en la vocación de compartir lo que ya sabemos entre todos, enseñando a los recién llegados a un grupo social, en particular cuanto deben conocer para hacerse socialmente válidos. Es esto lo que significa la necesidad de disponer de formas organizadas de transmisión cultural, de espacios y modos en los que se puedan garantizar a las sucesivas generaciones la adquisición del capital intelectual emocional y técnico de la sociedad en la que se vive. De tal manera que a través de la educación se construye la capacidad de compartir con los otros los significados. Entendiéndose como significados la forma mental que les damos los humanos a las cosas para relacionarnos unos con los otros por medio de ellas.

Ahora bien, al enunciar a la educación como fenómeno social se reconoce su complejidad; complejidad que alude al hecho de identificar que las partes que la conforman (alumnos, docentes e instituciones) se ven influidas por distintos marcos referenciales; en este sentido el momento histórico en que se vive, la economía, la política, la cultura y la biografía personal de los sujetos, son algunos aspectos que determinan el acto educativo.

Así, el proceso de enseñanza-aprendizaje se visualiza como algo dinámico, en constante cambio e inacabado, de tal manera que su estudio, más allá de las tendencias científicas positivistas (en las cuales se visualiza al salón escolar como un laboratorio donde se pueden manipular diferentes variables) requiere de una metodología que permita conocer la esencia de las prácticas educativas *in situ*, de manera íntegra y sin alterar el orden de éstas. Una metodología que permita adentrarse a la actividades u acciones que los sujetos realizan en su vida cotidiana, en su realidad, es decir, que permita desentrañar las concepciones subyacentes a la práctica real mediante la deconstrucción e interpretación de los discursos de los docentes.

En este sentido la investigación en educación se presenta como formas de ver, como visiones, como teorías que son suposiciones polémicas y no reglas de comportamiento para prácticos. La utilidad de una metodología que intente un acercamiento más cotidiano de las prácticas educativas en su contexto cotidiano reside en ver más allá de lo evidente, ya que en cualquier práctica educativa se entrecruzan influencias de múltiples aspectos, y el entendimiento de esa interacción es esencial para entender la práctica misma (Gimeno, 1997).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, el presente trabajo descansa sobre una metodología de tipo cualitativa-interpretativa, pues la investigación pretende comprender un fenómeno social. El planteamiento interpretativo intenta superar las limitaciones del positivismo, cambiando las nociones de explicación, predicción y control por la de comprensión, interpretación, significado y acción. Se propone explicar lo social, no como una realidad objetiva independiente, sino a través del significado que le atribuyen los miembros de una sociedad. La objetividad de la realidad se obtiene cuando los actores sociales la objetivan. Desde esta concepción, la realidad escolar puede ser entendida a partir de los significados que le dan los sujetos (Sanjurjo, 2002).

Desde la lógica cualitativa se revaloriza la perspectiva de los propios actores y de la narrativa, tanto en la enseñanza y el aprendizaje como en la investigación educativa, todo ello contextualizado en una situación histórica determinada. El enfoque cualitativo orienta así el estudio sociológico como una investigación de los procesos de producción y reproducción de lo social a través del lenguaje, lo que no implica, necesariamente, una explicación lingüística de lo social, sino el reconocimiento de las imprescindibles y complejas funciones que cumple en su constitución (Sanjurjo, 2002).

Por ello se eligió el enfoque cualitativo-interpretativo como eje teórico metodológico de la presente investigación, ya que por su complejidad, el fenómeno a analizar no podía ser abordado a partir de un enfoque que apuntara sólo a describir, medir fenómenos y verificar relaciones causa-efecto. La investigación cualitativa tiene como objeto generar teoría a partir del análisis de situaciones complejas y diversas.

Así pues, el objetivo de la presente investigación consiste en realizar un análisis crítico de las narrativas de las experiencias docentes, de un grupo de profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Azcapotzalco, con respecto a la enseñanza del tema de “**Adaptación**”, circunscrito al programa de la materia de Biología IV. La investigación cualitativa-interpretativa nos permite reconocer la vigencia de normas, la existencia de ideales, la realidad de prácticas sociales que estructuran la actividad docente. Así mismo, permite investigar los pensamientos y conocimientos de los docentes con la intención, tanto de comprender las concepciones, creencias, dilemas y teorías que gobiernan la práctica profesional, como de identificar los procesos que constituyen el aprender a enseñar y las categorías conceptuales en las que se articula el conocimiento básico para desarrollar la actividad profesional de la enseñanza.

3.1 El Uso de la Hermenéutica como Metodología de Análisis

La Hermenéutica es el arte y/o ciencia de la interpretación. Intenta desentrañar el significado, el sentido, la intencionalidad de un texto, de un símbolo, de un discurso o de

un acontecimiento. Se define en general, como el conjunto de métodos y prácticas sistemáticos de explicación y exposición interpretativa de textos, en palabras de Ricoeur, la hermenéutica es la teoría de las operaciones de la comprensión en su relación con la interpretación de los textos (Balaguer, 2002).

Se le considera arte, desde la perspectiva aristotélica, pues enseña a aplicar correctamente la interpretación; pero también ciencia, igualmente desde el punto de vista aristotélico, pues posee un conjunto estructurado de conocimientos, en el que los principios dan la organización a los demás enunciados (Gadamer, 1983).

El paradigma hermenéutico-interpretativo busca no sólo describir hechos y establecer relaciones causales, sino también interpretar sentidos, significados. Desde este paradigma, basado en la racionalidad práctica, se entiende la relación teórico-práctica como la articulación necesaria e inevitable entre acción y conocimiento, entre acción y reflexión. La interpretación no se plantea como un sistema hipotético deductivo que permite la verificación o falsación de un conjunto de categorías predeterminadas y codificables, sino como un proceso de captación de productos discursivos reales para tratar de determinar en ellos, el sentido real de la acción de los sujetos como sujetos sociales (Balaguer, 2002).

El enfoque interpretativo reconoce que la realidad social no es algo hecho dado, fijo y estable, sino que se trata de una realidad cambiante e inacabada, en proceso de construcción, constituida por un entramado de elementos objetivos y subjetivos. La investigación que aborde la realidad social debe buscar tanto describir las características observables de un acontecimiento como conocer la interpretación que le conceden los participantes (Sanjurjo, 2002).

Así, mediante el empleo de la hermenéutica como herramienta de análisis, se pretende acceder a los pensamientos, valores, sentimientos y creencias de los profesores, con el objetivo de comprender sus nociones acerca de lo que implica la práctica docente, en la enseñanza y aprendizaje de uno de los temas con mayor grado de complejidad, como es la Adaptación Biológica.

Esta comprensión, se pretende realizar mediante la deconstrucción de los procesos mediante los cuales los propios docentes han conformado estas nociones, es decir, entender los mecanismos de apropiación de su accionar pedagógico. ¿Qué enseña?, ¿cómo lo enseña?, ¿por qué lo enseña así? son preguntas medulares que pretenden desentrañar, hacer evidentes las prácticas cotidianas de los docentes.

Es importante mencionar que la hermenéutica como conocimiento comprensivo permite una relación de identidad entre sujeto y objeto, así el investigador sólo puede acceder al

significado de un hecho en la medida que comparta con él, que reconozca en él significados, valores comunes que le permitan acceder a su sentido. La comprensión es un proceso reflexivo en cuanto a que es el propio hombre quien se estudia, analiza, investiga en sus producciones históricas, sociales, psicológicas, entre otros (Rubio *et al.*, 2004). De tal manera, que la interpretación de los discursos, estará sujeta por la propia historia, capital cultural y la carga de subjetividad del propio investigador, es decir, la interpretación que se realice podrá diferir en cada sujeto que la realice.

Por otro lado, la actividad de los profesores es una acción que transcurre dentro de una institución. Por esa razón, su práctica está inevitablemente condicionada. La acción observable es fruto de la modelación que realizan los profesores dentro de marcos institucionales de referencia. El profesor no decide su acción en el vacío, sino en el contexto de la realidad de un puesto de trabajo, en una institución que tiene sus normas de funcionamiento marcadas a veces por la administración, por la política curricular, por los órganos de gobierno de un centro o por la simple tradición que se acepta sin discutir (Gimeno, 1989).

En este sentido, el análisis del discurso permite acceder a la percepción que poseen los docentes de sí mismos en cuanto a su papel como principales dirigentes del proceso enseñanza-aprendizaje, así como también reconstruir los procesos de apropiación que han realizado éstos en torno al currículum institucional, es decir, el empleo del uso de la hermenéutica, nos permite comprender cómo es que los docentes “traducen” la intención educativa (el currículum) de un tema en específico, y lo llevan a la práctica, a la realidad cotidiana del aula.

Considerando lo anterior, se pretende con este trabajo contribuir a la comprensión de la tarea docente, es decir, mediante el análisis de los procesos de apropiación que los profesores realizan de su actividad pedagógica, se intenta entender el discurso de los docentes de bachillerato, referente a las nociones que tienen sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como también, se persigue comprender los procesos mediante los cuales los propios profesores han construido dichas nociones.

3.2 Método

Para cumplir con los objetivos del presente estudio, el procedimiento que se empleó para la recolección de los datos empíricos se dividió en cuatro etapas que se describen a continuación.

La primera etapa consistió en un análisis profundo del programa de estudios de la asignatura de Biología IV, materia optativa del último semestre del CCH con el objetivo de

identificar los temas que representan una mayor dificultad, tanto en su enseñanza como para su aprendizaje. Una vez identificados, se seleccionó un tema en específico para su estudio, de tal manera que se optó por el tema de *adaptación biológica*.

Además de representar un tema de suma dificultad durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, el tema de *adaptación biológica* fue elegido por los siguientes aspectos:

- a) Dado que representa una de las temáticas evolutivas que se imparten en el CCH, la enseñanza del concepto *adaptación biológica* representa un punto clave si se quiere que el alumno comprenda el proceso evolutivo de manera integral.
- b) En él convergen diferentes conceptos de distintas áreas de la Biología (genética, ecología, biología del desarrollo, entre otros) necesarios para su comprensión, en este sentido el término *adaptación biológica* se visualiza como un concepto inclusor.

La segunda etapa consistió en la construcción de un guión de entrevista con el propósito, por un lado, de recuperar las concepciones que tienen los docentes del acto educativo y, por otro, de indagar sobre los conocimientos disciplinarios acerca del tema de *adaptación biológica* que poseen y ponen en práctica durante su impartición. Para la construcción del guión, se diseñaron diferentes preguntas las cuales fueron agrupadas en cuatro categorías de análisis:

1) *Construcción del yo docente*. Esta primera categoría de preguntas fue enfocada a propiciar una reflexión en el profesor entrevistado con respecto a su percepción como docente, es decir, se buscó obtener información del ¿Cómo? y ¿Por qué? es docente de nivel medio superior, así como también, propiciar una autoevaluación de ésta a través de preguntas que permitieran expresar las “habilidades” que, desde su punto de vista, son las más idóneas para desenvolverse como docentes en este nivel educativo.

2) *Dominio del contenido biológico* (preguntas correspondientes al área disciplinaria). Esta sección del guión se enfocó a detectar las nociones docentes sobre cómo conciben el tema de *adaptación biológica*, es decir, cómo lo definen, cómo lo construyen para sí, y después cómo lo presentan a sus alumnos.

En este sentido, las preguntas disciplinarias pasaron por un proceso de “ajustes”, es decir, en el momento de plasmarlas en el guión de entrevista existían dudas en cuanto a qué preguntar, pues actualmente existe un fuerte debate dentro de la disciplina biológica, respecto a cómo explicar el fenómeno de *adaptación biológica*, ya que, por un lado, se

visualiza como un proceso, y por el otro, se le concibe como característica, siendo precisamente esta dualidad el centro del debate.

Lo anterior se subsanó, dejando abierta las preguntas disciplinarias, recurriendo de esta manera a la experiencia del profesor en cuanto al conocimiento de la disciplina. Cabe aclarar que esta sección en particular estuvo apegada al enfoque disciplinario que ofrece el Programa de Estudios de la asignatura de Biología IV.

3) *Metodología de la enseñanza para el tema de adaptación.* Categoría que corresponde a conocer las concepciones de los docentes acerca de las estrategias de enseñanza que emplean para el tema de *adaptación biológica*, es decir, ¿cómo lo enseñan? y ¿para qué lo enseñan?, son algunas preguntas que se ubican en esta categoría. Estas preguntas buscaron recuperar las vivencias educativas que ha experimentado el profesor bajo esta temática

4) *Evaluación del aprendizaje* La cuarta y última categoría del guión de entrevista se realizó con el objetivo de conocer la noción del proceso de evaluación en los docentes. Se parte de reconocer la práctica evaluativa como un elemento que guía la enseñanza del docente, ya que ésta permite mejorar la acción educativa.

Una vez diseñado el guión de entrevista, se prosiguió a la búsqueda de profesores que, por un lado, otorgarán su consentimiento para ser entrevistados y, por otro, cumplieran con los criterios de elección para dicho proceso. El criterio de elección de los profesores consistió únicamente en que éstos hubieran impartido el curso de Biología IV por lo menos en una ocasión. Por tanto, no se consideró sexo, edad ni antigüedad. Es importante mencionar que se buscó una heterogeneidad en cuanto a los años en servicio de los docentes, es decir, las entrevistas se realizaron a profesores desde un rango de antigüedad que va de los 25 a dos años de experiencia en el Colegio. Finalmente se eligieron a ocho profesores que, teniendo una formación profesional en Biología, dedican actualmente la mayor parte de su tiempo a la docencia.

Las entrevistas realizadas fueron de tipo estructurado, pues, como se explicó se contaba con un guión de preguntas organizadas en diferentes categorías en el momento de efectuarlas. Es importante mencionar que durante la realización de las entrevistas se ofreció la libertad al entrevistado de expresar sus sentimientos, ideas, creencias, valores y saberes como eligiera o fuera capaz de hacerlo. También, durante las entrevistas, se fueron agregando preguntas al guión original, de tal modo que en algunos docentes se obtienen respuestas que no se encuentran en otros.

El efectuar las entrevistas tuvo como propósito la producción de un discurso, en el cual los profesores pudieran *decir*⁴ de propia voz sus teorías implícitas acerca del qué, cómo y para qué enseñan el concepto de *adaptación biológica*, para posteriormente hacer de sus respuestas un objeto de análisis.

Cada una de las entrevistas a profesores del Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Azcapotzalco, tuvo una duración de entre 50 y 60 min. Todas las entrevistas fueron grabadas, con el consentimiento de los profesores, y transcritas respetando la literalidad del discurso, para posteriormente poder efectuar el análisis. Dichas entrevistas se efectuaron en el lapso comprendido entre febrero y junio del 2008.

Una vez obtenidos los datos empíricos, se analizaron con el objetivo de seleccionar los datos más relevantes de cada una de las entrevistas, cuidando que no se distorsionara las respuestas de los docentes, de tal manera, que sólo aparecen los fragmentos que evidencian el núcleo de las concepciones docentes para cada una de las categorías antes descritas. El análisis de interpretación se abordó a través de la contrastación entre lo que dijo explícitamente el profesor y diferentes referentes teóricos. Para efectuar dicha contrastación, se emplearon como referentes teorías de diversos campos (principalmente del didáctico y del biológico) y las categorías mismas que el texto sugería.

Por último, es importante señalar que el nombre original de los profesores entrevistados ha sido cambiado para la presente investigación, adjudicándose nombres diferentes para cada uno de ellos. Así mismo, se construyeron claves para designar a cada uno de los entrevistados, empleando el día, mes y año de la entrevista.

⁴ “...entendemos por lo “dicho” en el hablar esa exteriorización intencional constitutiva de la finalidad del discurso gracias a la cual el sagen –el decir- tiende a convertirse en aussage, en enunciación, en lo enunciado. En suma, lo que escribimos es el neuma “el pensamiento, el contenido, la intención” de hablar. Se trata de la significación del evento de habla, no del hecho como hecho” (Ricoeur, 1983, citado por Camarena, 2007, p.

CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Introducción

En el presente capítulo se efectúa un análisis de las concepciones que los profesores tienen de su práctica docente, específicamente sobre la estructura didáctica del tema de *adaptación biológica*. Lo que se busca en este apartado es conocer los conocimientos que los profesores poseen sobre su actividad (conocimiento práctico personal), extraído de sus representaciones, a descubrir las teorías implícitas que los profesores tienen sobre la enseñanza (los alumnos, el currículum, los materiales, ellos mismos...), para tratar de clarificar las relaciones entre conocimiento y acción.

El capítulo está dividido en cinco secciones, las cuales se interrelacionan para identificar, deconstruir y entender los saberes y valoraciones que guían las prácticas didácticas que llevan a cabo los docentes en la transmisión del concepto de *adaptación biológica*. Así, en la primera sección, se analizan las producciones históricas y sociales, cuya espacialidad y temporalidad definen los esquemas que organizan la práctica y participan en la construcción del Yo profesional, respecto del cual los profesores producen sus propias identidades, es decir, se pretende explorar las motivaciones, pero también reconocer los imaginarios que propiciaron la elección docente como desarrollo profesional

De la sección dos a cinco se analiza cada uno de los elementos que conforman la estructura didáctica. De tal manera que, en la sección dos, se examinan las nociones de enseñanza que poseen los docentes, es decir ¿qué es para ellos enseñar? para posteriormente en la sección tres, analizar el grado del dominio del contenido biológico para el tema de *adaptación biológica*, ¿cómo entienden la *adaptación biológica*?, ¿cuáles son las fuerzas que la originan?, son algunas de las cuestiones que se plantean en esa sección.

La sección cuatro, focaliza los diferentes elementos que convergen en la manera en que los docentes del CCH Azcapotzalco, transmiten el concepto de *adaptación biológica* en el curso de Biología IV, es decir, ¿para qué enseñar éste concepto?, ¿qué tan difícil es aprenderlo?, ¿cuáles son las estrategias y ejemplos de enseñanza que emplean?, son preguntas que guían el análisis de la sección.

Finalmente, en la sección cinco se revisa la práctica evaluativa que efectúan los docentes para conocer la manera en que sus estudiantes se apropian del concepto de *adaptación biológica*.

4. 2. ¿Un biólogo dando clases? La Docencia como una alternativa profesional

"Tan solo por la educación puede el hombre llegar a ser hombre. El hombre no es más que lo que la educación hace de él."

KANT

En México, existen diferentes instituciones educativas enfocadas a la formación de biólogos profesionales, entre las que encontramos a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), y la máxima casa de estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con tres diferentes facultades que ofertan dicha licenciatura: Iztacala, Zaragoza y la Facultad de Ciencias, por mencionar algunos ejemplos.

Al respecto, los planes de estudio de las diferentes facultades de la UNAM están orientados a:

"Forjar Biólogos con visión de futuro, creativos, innovadores, emprendedores y con liderazgo para crear nuevos horizontes en lo científico, lo tecnológico y lo social; que plenamente identificados con su profesión también interaccionen con profesionistas de otras disciplinas científicas y sociales, con perspectivas que alcancen los más altos niveles de capacidad profesional y los más altos valores personales" (FES Iztacala, UNAM, 2009).

Para el caso de la Facultad de Ciencias:

"El egresado de la licenciatura en Biología es concebido como una persona cuyo bagaje intelectual incluya un espectro de conocimientos básicos desde el nivel molecular y celular, hasta visiones integrativas que le permitan comprender los procesos de cambio de la biosfera en el tiempo y en el espacio. Debe ser una persona consciente no sólo de la extraordinaria diversidad biológica que caracteriza al país, sino también de la riqueza que el uso y preservación de ésta representan para mantener y desarrollar nuestra identidad nacional. El egresado de Biología es un profesional que por sus conocimientos profundos de la ciencia

de la vida, realiza docencia e investigación y colabora adecuadamente aplicando sus conocimientos para resolver problemas de investigación o aplicaciones de otras disciplinas vinculadas” (Facultad de Ciencias, 2009).

En cuanto a la UAEM, tenemos que su Plan de Estudios se enfoca a:

“Formar profesionales que se encarguen de estudiar a los organismos vivos, enfatizando su función dentro del ambiente donde vive y conociendo su origen, estructura y evolución. Interviene en áreas como la ecología, la biología celular, zoología, botánica, micología entre otras, es decir, estudia animales, plantas y hongos” (UAEM, 2009).

En este mismo sentido, la misión de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, en cuanto a la formación de biólogos se dirige a:

“Formar Biólogos capaces de apoyar la investigación científica y al sistema educativo en cualquier rama de la biología, coadyuvar en la solución de los problemas ambientales de alimentación, de salud y en la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sustentable del país” (ENCB, 2009).

Como podemos observar, en los ejemplos anteriores encontramos una fuerte inclinación hacia los aspectos científicos y tecnológicos, que se traducen en la formación de sujetos capaces de desarrollar investigaciones científicas y preparados para responder a las necesidades que les marque el entorno social, a través de la solución de problemas de interés común.

En este sentido, la mayoría de los biólogos que egresan de las diferentes instituciones educativas surgen con las herramientas necesarias para ejercer en institutos de investigación, ya sean gubernamentales o privados, laboratorios de investigación médica, hospitales, zoológicos, parques recreativos, universidades, entre muchos otros.

Sin embargo, y paradójicamente, la mayoría de los profesionales de la Biología, muchos de los cuales son hoy docentes de nivel medio superior, al terminar la carrera no encuentran trabajo en su campo profesional y optan por ejercer la docencia.

Lo anterior representa dos importantes problemas.

Por un lado, los biólogos egresados reciben poca o ninguna formación pedagógica, formación que les permita afrontar con éxito su quehacer como docentes, entendiendo como docente *“el agente principal de la educación, el eje en el que descansa la actividad práctica de todo aparato escolar” (Ornelas, 2002).* En este sentido, los biólogos que se

incorporan a la docencia, en un inicio, se encuentran desprovistos de las herramientas necesarias para educar⁵.

Aunado a lo anterior, la mayoría de las veces la docencia es tomada como una actividad intermedia, como una segunda opción (Gómez, 2004), pudiendo generar un desinterés por dicha actividad, lo cual podría repercutir de manera negativa, en el desempeño docente dentro y fuera del aula, afectando el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Bajo esta óptica, se vuelve necesario conocer, entender, antes que otra cosa, cuáles son los marcos de referencia⁶ que influyeron en los profesores para la construcción de su identidad y práctica docente. De tal manera, que es preciso adentrarse a la génesis de la elección de la docencia como actividad profesional, para poder comprender la manera en qué los docentes han y siguen conformado sus ideas y creencias de lo que implica la enseñanza, lo que significa ser docente y, más puntualmente, del proceso de apropiación de un contenido en particular para su enseñanza, con el propósito de formular y promover políticas educativas que favorezcan la formación docente, ya que pocas o en ninguna ocasión se toman en cuenta las experiencias vividas por los docentes para la formulación o mejora del *currículum* escolar.

Así, las siguientes narraciones obtenidas al preguntarles a los profesores por qué son docentes, nos permiten analizar los procesos donde se van construyendo las nociones del *yo-docente*⁷. En sus discursos, los profesores aluden a los instantes más significativos inscritos en sus biografías y trayectos personales. En su horizonte histórico destacan la posición desde la que construyeron su noción de ser docente, posición circunscrita a sedimentaciones o tipificaciones que dan cuenta de los referentes que marcaron la elección de la profesión.

Los relatos de los académicos entrevistados que se muestran a continuación, han sido agrupados en tres categorías, en función de su incorporación a la docencia. En el primer grupo, la elección profesional se encuentra marcada por la visión de la docencia como una actividad intermedia o segunda opción profesional. En el segundo grupo, se reúnen académicos que se insertaron en la docencia a través del gusto por ella, es importante

⁵ John Dewey, (2002, p. 15), define al acto de educar: “como una actividad estructuradora, moldeadora, formadora, es decir, de una estructuración según la forma normativa de la actividad social”.

⁶ Los marcos de referencia, son las percepciones del propio contexto social, de las condiciones educativas, del momento, de las imágenes discursivas de la familia con relación a sus estudios y de las propias expectativas de los actores con respecto al ámbito e interés sobre el espacio educativo (Camarena, 2002).

⁷ El planteamiento define el desarrollo del *yo* a partir de las múltiples interrelaciones que realiza dentro de su entorno social. Dichas interrelaciones fundamentan la identidad reconocible vía los procesos de subjetivación y objetivación que realiza el sujeto. En este sentido, la experiencia de vida del *yo* se articula en la definición del ser y tener un cuerpo en cuanto a sus comportamientos y externalización de significados. Procesos que describen una identidad reconocible centro de un contexto de reconocimiento (Berger, y Luckman, 1984, pp. 82-85)

mencionar que si bien no visualizaron la docencia como una primera opción profesional, son docentes que reconocen ese gusto por ella, antes de su primera incursión en el ámbito educativo. Finalmente, el tercer grupo reúne docentes que atribuyen su elección a hechos fortuitos, circunstanciales, a los factores sociales los condujeron a convertirse en profesores.

4.2.1 Primer Grupo: “La docencia es lo primero que tienes a la mano”

Como se ha mencionado, este primer grupo de docentes se caracteriza por sustentar su discurso de elección profesional en una noción de *alternativa* o *segunda opción* por la docencia. Así, en las próximas líneas se conocerán las ideas, creencias, problemáticas y sensaciones que influyeron de forma substancial en profesionales de la biología, los cuales encontraron en la “vida docente” un “resguardo” para su actividad profesional. Así, veremos cómo diferentes factores (como la búsqueda de empleo y contar con un sustento económico, la presión familiar y social que se ejerce en recién egresados que se ven señalados por no encontrar trabajo *ad hoc* para un biólogo) se van configurando para visualizar la docencia, inicialmente, más como “algo pasajero”, que como una decisión por vocación.

De esta forma, en sus discursos los profesores, vía su propia voz, hacen alusión a los momentos más significativos inscritos en sus biografías y trayectorias personales que condicionaron su elección profesional:

Al respecto, al cuestionarle por qué es docente, el profesor Luis comenta:

“Híjole como mucha gente en este ámbito, a veces entramos como que de rebote, como sin la idea clara de que uno quiere ser docente sino más bien impulsado por las cuestiones sociales, económicas, personales y caes finalmente en la docencia... yo debo decirte, yo soy docente desde antes de entrar al Colegio, todavía siendo estudiante ya hacia mis “pininos” en una escuela particular y luego fui a caer a la Prepa Popular un tiempo y finalmente entré al CCH, entonces todas fueron como en la búsqueda de poder tener inicialmente un medio propio de subsistencia...y a partir de ahí fui descubriendo lo que era realmente la docencia” (151008, p. 1).

En el relato del profesor Luis, la elección de ser profesor se enmarca dentro de un reconocimiento de la actividad docente, más como un medio por el cual se obtiene una remuneración económica, ya que como él menciona, se trató de *...la búsqueda de poder tener inicialmente un medio propio de subsistencia...*, que como una oportunidad en la cual pudiera aplicar los conocimientos adquiridos durante sus estudios universitarios, es

decir, como una necesidad y obligación. Lo anterior, fue promovido probablemente, por la situación económica dentro del contexto social de ese momento, en el que potencialmente se enfrentó con la problemática de ser un “profesionista desempleado”.

También, por medio de su discurso, podemos notar que su incursión en la docencia se da sin un conocimiento profundo de lo que implica ser profesor *...a veces entramos como que de rebote, como sin la idea clara de que uno quiere ser docente...* esto, aunado a la falta de preparación pedagógica de la que se habló anteriormente, tiene repercusiones significativas en los inicios de la práctica docente, inclinándose hacia el lado negativo.

El profesor Luis prosigue con su relato:

“...así llego a la docencia me doy cuenta de que es una forma de desarrollo personal, de aplicación de lo que uno ha venido estudiando, no me desagrada y comienzo entonces por incursionar más fuertemente tanto en lo aplicativo dando clases como en una formación particular. Entonces soy docente actualmente por convicción, en el inicio casi por suerte literalmente.” (151008, p. 1).

El proceso de resignificación de lo que implica ser un docente, se da a través de una revaloración de la práctica educativa una vez que se integra al CCH, es decir, el profesor encuentra un sentido de su profesión original en la práctica docente *...me doy cuenta de que es una forma de desarrollo personal, de aplicación de lo que uno ha venido estudiando...*, es a través de esta visión como el profesor se compromete con su “nueva” profesión, generando una necesidad de formación que le permita desarrollarse plenamente.

En este mismo orden de ideas, se ubica el discurso del profesor Raúl:

“En primer lugar porque es lo primero que tienes a la mano, allá en Iztacala nos educaron para ser investigadores, todo un formato para ser investigadores, pero en ese momento uno solo podía tomar lo que había a la mano y era la docencia...lo piensas más como una cuestión más pasajera que otra cosa” (290109, p. 1).

Al igual que el docente Luis, el profesor Raúl considera la docencia como una actividad intermedia, en la cual se subsana una necesidad de tipo económica o social. También, pone de manifiesto la paradoja entre el proceso de formación para ser investigador que recibió en la universidad y la falta de empleo para ejercer como tal, remarcando la ausencia de oportunidades del contexto social, y de esta manera tener que recurrir a la docencia como una actividad secundaria. En este sentido, para Bernard Honoré (1980), la formación es construir una cultura, escoger un campo de investigación y de práctica para compartir con otros el descubrimiento de nuevos medios, elaborar nuevas reglas y fabricar nuevos modelos.

Retomando lo anterior, los procesos de resignificación que deben llevar a cabo los docentes para apropiarse de un nuevo sentido de acto profesional, implicarían tener una

elección consciente hacia el campo educativo, de tal modo que no solo se pensara en la función docente únicamente como una enseñanza de contenidos disciplinarios, sino también, en el papel que toma el profesor como moldeador de personalidades. Así mismo, se vuelve necesario conocer a los diferentes actores y aspectos que participan en la educación como acto social.

En este mismo sentido, encontramos al profesor Gerardo:

“Mira, cuando yo estaba en Iztacala estudiando y cuando nos dieron un tríptico para elegir carrera veíamos que las dos únicas alternativas era la docencia y la investigación...ya estando en Iztacala, ya en el último año pues me di cuenta de que la investigación y todo ese rollo pues estaba como que en chino que pudieras ir a un instituto o que en la iniciativa privada te contrataran, pues porque no era bien reconocida la carrera de biólogo en ese momento, estamos hablando por ahí de 1986-1987, entonces como que una alternativa era la docencia...” (291008, p. 1).

A diferencia del profesor Raúl, el maestro Gerardo circunscribe su elección docente, no a la necesidad económica, sino, a la dificultad de poder obtener un lugar en la investigación, y dado que el imaginario⁸ colectivo de ese momento, visualiza la carrera de biólogo como poco importante, el profesor Gerardo incursiona en la docencia como una alternativa de desarrollo profesional. En este sentido, el contexto social tiene un peso importante, ya que marca la pauta en la elección profesional de este profesor.

Al igual que los profesores Luis y Raúl, el académico Mauricio llega a la docencia por causas similares:

“Bueno originalmente llegué por casualidad, no era mi fin, de casualidad llegué a dar clases porque tenía que hacer algo mientras, porque entré a una especialidad en biotecnología, pensé que había becas para la especialidad, pero no, entonces no quería dejar la especialidad, pero ya no quería pedir dinero en mi casa para seguir estudiando, entonces dije: ¿Qué hago que pueda seguir estudiando? Y que no me quite el tiempo también, y que me permita tener un poco de dinero para seguir estudiando, y entonces dije pues ya a clases...” (230109, p. 1).

La elección profesional del docente Mauricio se enmarca principalmente en una necesidad de proseguir con sus estudios y contar con los recursos económicos para

⁸ Por imaginario se entiende: “...hablamos de imaginario cuando queremos hablar de algo inventado absoluto, o de un desplazamiento, de un desplazamiento de sentido, en el que unos símbolos ya disponibles están investidos con otras significaciones que las suyas normales o canónicas...lo imaginario de utilizar lo simbólico, no sólo para expresarse, lo cual es evidente, sino para existir, para pasar de lo virtual a cualquier otra cosa más” (Cornelius, C. 1983, pp. 221-222).

lograrlo, y es a través de la docencia como Mauricio cumple con ese deseo⁹. De tal manera que utiliza la docencia como un medio para alcanzar otros proyectos.

Por otro lado, resalta la visión de la docencia como un trabajo secundario, en el cual probablemente no era necesario un total compromiso, ya que como él menciona “...entonces dije: *¿Qué hago que pueda seguir estudiando? Y que no me quite el tiempo también, y que me permita tener un poco de dinero para seguir estudiando, y entonces dije pues ya a clases...*”, a través de estas líneas se connota la docencia como algo fácil, como algo superficial. De esta manera, se relega a la docencia a un papel de poca importancia en un inicio, matizado por la necesidad económica que promovió en Mauricio la búsqueda de un empleo.

El Profesor Mauricio continúa con su explicación:

“...pues al principio lo vi como un hobby, pero me atrapó, me gustó, me di cuenta de que se me facilitaba, cuando preparaba los temas aprendí mucho, mucho que no había aprendido en la facultad... me gustó la relación con los alumnos, la institución que te daba muchas facilidades, no tenías presión, eso iba muy aparejado con mi personalidad, que no me estén acosando, presionando, entonces se me hizo un ambiente muy adecuado. Entonces definí que ésa iba a ser mi forma de vida, de hecho, ni si quiera he intentado, nunca más he buscado trabajo en otro lado, aquí me gustó y me atrapó...” (230109, p. 1).

El gusto generado por la docencia en el profesor se construye a través del reconocimiento de poseer las habilidades necesarias para la actividad docente “...me di cuenta de que se me facilitaba...”, pese a no haber recibido ninguna formación pedagógica previa. En este sentido, podemos decir que posiblemente se ubique a la práctica docente, como una actividad de fácil construcción.

Hemos conocido a través de los discursos docentes la manera en que se van configurando aspectos sociales, principalmente económicos, para incurrir y determinar la elección de incursionar en la docencia en profesionales de la biología. Elección, que posiblemente se efectuó sin un conocimiento claro de lo que implica esta actividad.

En contexto, cabría plantearnos la siguiente pregunta: ¿cómo influye el tomar la profesión docente como una segunda opción, en el proceso de enseñanza-aprendizaje?

⁹ El deseo ha sido objeto de muy diversos análisis en distintos campos de la cultura, pero es en la doctrina psicoanalítica de Sigmund Freud y Jacques Lacan donde ha tenido un mayor desarrollo. En Freud, el deseo se refiere fundamentalmente al deseo inconsciente, que está ligado a determinadas experiencias infantiles represivas o traumáticas (véase represión). El deseo se halla conectado a una experiencia de satisfacción que produce una imagen determinada. Tal imagen será siempre evocada en un estado de necesidad y constituye por sí misma el deseo. Lacan profundizará en los descubrimientos de Freud, diferenciando con claridad la necesidad y la demanda del deseo: el deseo ni guarda una relación necesaria con el objeto (necesidad), ni atiende al otro (demanda), sino que se impone.

Probablemente involucraría un desconocimiento, por parte del sujeto, de las responsabilidades, tanto teóricas, como sociales y morales necesarias para la actividad docente, así, el proceso enseñanza-aprendizaje se vería afectado en sus inicios, a través de la ejecución de acciones descontextualizadas de lo que implica enseñar, reproduciéndose *tradiciones* que el sujeto adquirió de manera vivencial más que de formación, en las que el sentido de “cumplir con un horario de trabajo”, probablemente, era imperante sobre el compromiso del profesor de efectuar un trabajo metodológico de pensamiento, el cual es necesario si lo que se desea es enseñar de manera adecuada.

4.2.2 Segundo Grupo: “El gusto por la enseñanza”

En este segundo grupo de profesores se encuentran ubicados aquellos que en su discurso hacen referencia al gusto por la docencia como principal motivo de adscripción a ésta:

La profesora Lucía señala al respecto:

“Pues en un inicio me llamaba la atención la docencia, estuve trabajando en una escuela de ésas que hacen cursos para examen único, me gustó, y descubrí que tenía habilidades para transmitir conocimientos y me agradó...” (181108, p. 1).

En el relato de elección, la académica habla sobre los motivos que influyeron en tomar la docencia como campo profesional: interés y gusto. En este sentido, la elección se mueve a través de un idea de querer conocer el campo educativo, *“...me llamaba la atención la docencia...”*, la cual se consolida a través de experimentación de la actividad docente, *“...estuve trabajando en una escuela de ésas que hacen cursos para examen único, me gustó...”*. Es a través del acercamiento con la actividad educativa, que la profesora Lucía reconoce o descubre ese gusto¹⁰, goce, por la docencia, la cual determina su integración a ésta.

Sin embargo, podemos reconocer en el discurso de esta maestra, que aunado al interés y gusto, la elección profesional se va constituyendo a través de la noción de la docencia como una actividad alternativa, *“...y pues se me presentó una oportunidad de un trabajo, dado que para nuestra carrera es escasa, y pues ya entrando aquí al colegio me gustó...”*. Por tanto, los sentidos de apropiación que determinan la elección profesional de la maestra se ven enmarcados en un proceso de construcción que inicia con el interés por la

¹⁰ Juan Amós Comenio (2008), define el gusto o deleite como *...no es del cuerpo, sino el del alma que resulta o de las cosas que nos rodean, o de nosotros mismos...El deleite en uno mismo es aquella dulcísima satisfacción que con su excelente disposición interior experimenta el hombre dado a la virtud al verse dispuesto a lo que exige la justicia.*

docencia y la necesidad de encontrar trabajo, culminando en el reconocimiento del gusto por dicha actividad.

El maestro Arturo relata lo siguiente:

“Porque me gusta dar clases. En general cuando salí de la carrera trabajé sobre recursos naturales en Guerrero y un día un compañero, amigo, me invitó a dar clases y dije pues sí vamos, y ya, me gustó dar clases y ya dejé allá el proyecto en el que trabajaba y me quedé a dar clases y actualmente sigo dando clases” (280109, p. 1).

A diferencia de la maestra Lucía, la incursión a la docencia por parte de este académico, se sujeta a una oportunidad que se le presenta espontáneamente a través de la invitación de un tercero. Se visualiza a la docencia, no como una oportunidad de vida, sino como algo complementario, que una vez que incursiona en el campo surge un gusto por ella. Vemos pues, cómo la elección de ser profesor, no se toma como una decisión consciente de lo que se quiere ser, sino más bien, la identidad docente se construye conforme se incursiona en el accionar mismo, vía el gusto que encuentra en esta actividad.

Así, se parte de reconocer el *gusto por lo que se hace* como principal eje que determina la elección de ser docente. En este sentido, la sensación de gusto me lleva a pensar que durante la incursión en la enseñanza, estos docentes sienten una satisfacción por lo que hacen, que si bien es cierto que se ubicaron en un campo diferente al biológico, encontraron en él lo necesario para su desarrollo profesional y personal.

En este sentido, podemos mencionar que el gusto por lo que se hace, genera un compromiso con las responsabilidades que implica ejercer dicha profesión, implica brindar el mejor rendimiento, traducido en la constante actualización, el persistente cuestionamiento de lo que se hace, la búsqueda de las mejores formas de acción, para impactar de mejor forma en el aprendizaje en los estudiantes.

4.2.3 Tercer Grupo: “Casualidad y Docencia”

Finalmente, este último grupo de docentes se caracteriza por integrarse al medio educativo a través de hechos circunstanciales o fortuitos¹¹, es decir, que posiblemente no existió una reflexión de lo que implicaba ejercer la docencia.

¹¹ Acaecimiento o suceso imprevisible por ser fruto de una coincidencia fortuita de series causales diversas. Según algunas escuelas, llamamos azar sólo a nuestra ignorancia de todos los factores causales que inciden en un fenómeno determinándolo.

De esta forma la maestra Lorena explica al respecto:

“Bueno, cuando yo decido ser docente soy alumna, yo inicié joven la docencia, estoy hablando de que en mi carrera, yo tenía, estaba por cursar mi penúltimo semestre de la carrera, a mí me invitaron a participar en la docencia, y de ahí pues me gustó, porque de hecho, bueno era una persona muy joven tenía escasamente 20 años y me invitaron a participar como profesor adscrito a una cátedra, probablemente porque vieron en mi potenciales importantes, sino no me hubieran invitado, yo supongo, y cuando empecé, porque sin ninguna experiencia, yo era estudiante, incluso era estudiante y daba yo clases, entonces, no me dedicaba yo a la docencia como una, como si esa fuera mi profesión, era un gusto porque compartía mi tiempo a veces, hasta con mis propios compañeros de generación...” (081008, p. 2).

Para la profesora Lorena, el ser docente no constituyó una opción que había contemplado como profesionalista, el incursionar en la docencia ocurre como un hecho imprevisto, *“...estaba por cursar mi penúltimo semestre de la carrera, a mí me invitaron a participar en la docencia...”* en este sentido, podría mencionarse que la profesora no visualiza la docencia como una opción mediante la cual pudiera ejercer su profesión, sino la oportunidad de participar dentro del ámbito educativo se da más como un hecho no pensado, a través de la invitación de dos de sus profesoras *“...a mí me invitaron a participar en la docencia, y de ahí pues me gustó, porque de hecho, bueno era una persona muy joven tenía escasamente 20 años y me invitaron a participar como profesor adscrito a una cátedra...”* lo cual, una vez que inicia impartiendo clases encuentra el gusto por la docencia, a través de reconocer que posee las habilidades necesarias para enseñar. Por otro lado, la visión que tiene la profesora al inicio de su docencia, la describe más como un gusto que como una profesión *“...no me dedicaba yo a la docencia como una, como si esa fuera mi profesión, era un gusto...”*.

Así mismo, el gusto que encuentra dentro del ejercicio docente promueve en ella una búsqueda del “buen profesor”, *“... me gustó y tan me gustó que empecé yo a buscar opciones para entender, bueno, ¿cómo se llega a ser un buen profesor?, creo que todos en algún momento de nuestra vida, queremos ser buenos profesores”*. En este sentido, el gusto que experimenta al dar clases se ve reflejado no sólo en la toma de decisión que efectuó al decidir dedicarse por completo al acto educativo, sino también en la iniciativa de querer encontrar aquellos elementos que le permitan ejercer de una manera más eficaz su práctica.

Por otro lado, al preguntarle ¿Qué cree que vieron en usted para invitarla a dar clases? la maestra Lorena comenta:

“Las personas que me invitaron fueron dos de mis maestras que me dieron esa materia, yo daba clases en la licenciatura de la Facultad de Ciencias, llevamos un plan de 1968 y cambió en 1996, entonces en ese tiempo se llevaban cuatro materias de botánica, entonces yo desde que inicié la carrera e inicié con mi

primera botánica, me sentí atraída por ese tipo de organismos, entonces cuando llegué, pasé Botánica I, después pase Botánica II y Botánica III, de ahí, bueno a mí, me sentía identificada con ese grupo de plantas, entonces me apasionaba, yo creo que me apasionaba como todo estudiante no...” (081008, p. 2).

Podríamos mencionar, que la característica que observan en la profesora Lorena es precisamente ese gusto por la botánica, el cual desde el punto de vista de la profesora, se traducía en “pasión” por esa materia en particular “...entonces me apasionaba...” ya que, como menciona, se sentía identificada con ese grupo de organismos que se estudian dentro de esta rama de la Biología.

Por lo tanto, si bien es cierto que la profesora Lorena no tenía contemplado la docencia como principal actividad profesional, lo cual, nos podría llevar a pensar que no existía en ella una vocación por ésta, una vez que se desenvuelve dentro de este ámbito, surge en ella una necesidad de “ser un buen profesor”, promovida por un gusto vivido durante su práctica, a través de una búsqueda de aquellos elementos que le permitieran llegar a ser un buen docente.

En este mismo orden de ideas, la académica Ximena comenta lo siguiente:

“Mira, ciertamente uno sale de la carrera con la mentalidad de ir a hacer maestría, de ir a hacer doctorado ésa es la verdad, ésa es totalmente la verdad, es cierto, y entonces como que una de las actividades que más me...de hecho era lo que iba a hacer, iba a estudiar mi maestría...entonces se me presentó la oportunidad y fue que vine a hacer mi servicio social al SILADIN de este plantel, y empecé a tener relación con los alumnos a la hora de organizar prácticas, actividades demostrativas puede acercarme a los alumnos, la responsabilidad que tenía de explicarles tal o cual tema sobre de lo que se trataba esa actividad, y una vez que terminé mi servicio se me presentó la oportunidad de ser docente, la cual pues acepté” (251008, p. 2)

La manera en que se inicia Ximena en la docencia, al igual que Lorena, se manifiesta como casual “...entonces se me presentó la oportunidad y fue que vine a hacer mi servicio social al SILADIN...”, más que como un acto premeditado, ya que como ella, menciona, su interés profesional estaba enfocado hacia el campo de su disciplina como tal. Sin embargo, el contacto con la actividad docente, a través de las actividades que implicaba el realizar el servicio social, “...organizar prácticas, actividades demostrativas puede acercarme a los alumnos...” promueven en ella un gusto por la docencia, así como también, denotan un compromiso con su ejercicio “...la responsabilidad que tenía de explicarles tal o cual tema”.

Como acabamos de ver, los docentes poseen de antemano una formación distinta a la docencia. No son docentes por elección primaria y en su mayoría llegan a ésta por diferentes circunstancias no intencionadas, ya sea por azar, casualidad, necesidad o como alternativa laboral promovida por un contexto social donde las necesidades económicas y culturales jugaron un papel determinante.

Al provenir de otros campos de conocimiento, alrededor del cual se formaron una intención de desarrollo profesional, se han inscrito en un gremio imaginariamente y han ido avanzando en la construcción de una correspondiente identidad de profesión, como menciona Eduardo Remedi (1989), *“el docente de nivel medio superior acepta de antemano la renuncia a un proyecto de orden profesional que le dio sostenimiento cuando fue estudiante”*. El “abandono” de la profesión coloca al maestro en una situación de deserción, de incumplimiento y de desistimiento de las tareas y funciones propias de la profesión en que fue formado.

De esta manera, las circunstancias en las que ingresa el docente a la educación media superior se van resignificando a través de la mediación entre lo que en un principio deseaba ejercer y la práctica docente.

Como afirma Camarena (2006): *“En este sentido, podríamos mencionar que, el acto de elección de el ser docente como práctica profesional no pasa como un acto momentáneo en el que el yo realiza la decisión, sino como un proceso de reconstrucciones, vía certezas, dudas, búsquedas y cuestionamientos del mismo sujeto de elección, que se particulariza dentro de un deseo de éste por ser y reconocerse en una idea de transformación, de cambio, de mejoría, de conocimiento, etc.”*

En otras palabras, tanto los significados adquiridos explícitamente durante su formación profesional, es decir, las experiencias vividas cuando se era alumno, como las vivencias obtenidas día con día en el aula al inicio de su actividad docente, así como también, la trayectoria de vida del profesor y el contexto histórico-social donde se desenvuelve configuran su actividad docente, de tal manera que el conocimiento del profesor, en su calidad de profesional de la enseñanza, es de índole *experiencial*.

Los profesores entrevistados no aprendieron a enseñar vía una formación profesional en lo pedagógico, sino que construyeron su actividad docente alrededor de creencias e ideas matizadas a partir de la convivencia con los “otros”. De tal manera que la búsqueda en esta cuestión de cómo se llegó a ser docente, puede proveer de bases conceptuales para tomar decisiones en la formación de profesores y contribuir así a repensar la función docente y la formación del profesorado.

Así pues, en este apartado se analizaron los discursos, en propia voz de los profesores, que remiten a episodios decisivos y a momentos significativos de sus biografías. Se vio cómo esos mismos marcos referenciales incidieron en su elección de los biólogos para la profesión docente.

4.3. Cualidades y desempeño docente: perspectiva de un biólogo

“Ser profesor obliga a opciones constantes, que cruzan nuestra manera de ser con nuestra manera de enseñar y que desvelan en nuestra manera de enseñar nuestra manera de ser”

NOVOA

4.3.1 Introducción

Como ya se mencionó y analizó en la sección anterior, la mayoría de los biólogos encuentran un campo de desarrollo profesional dentro de la docencia, la cual representa su segunda opción en el campo laboral. En este sentido, la noción que van construyendo de lo que *es*¹² ser docente, se configura a través del contacto con el quehacer académico día con día, de tal manera que sin recibir ninguna preparación pedagógica en sus inicios, los maestros van construyendo su propio imaginario de las características que debe cumplir un profesor de nivel medio superior, por tanto, podríamos mencionar que la noción docente se inscribe en la experiencia vivida.

Decir, cuáles son las mejores características que debe tener o desarrollar un docente representa un gran reto, no sólo por la subjetividad con la que podría abordarse el tema, sino también por los múltiples factores que se conjugan en el momento de caracterizar la profesión. Como menciona Marcel Postic (1978), es más fácil dar las características de la mala enseñanza y del “mal” profesor que la de la buena enseñanza y el “buen profesor”.

Por otro lado, el mismo autor afirma que el buen profesor es el que es capaz de alcanzar objetivos educativos específicos, de responder con plasticidad a las situaciones educativas encontradas, utilizando soluciones idóneas, manifestando una flexibilidad de conducta, sacando partido de las experiencias vividas.

Sin embargo, la noción de “buen docente” es relativa, por tanto, a la experiencia, a la cultura, a los valores aceptados por el entorno social, para el ámbito pedagógico, a la naturaleza de la disciplina e, incluso, para los propios alumnos.

A pesar de lo mencionado, se podrían señalar algunos aspectos generales, sin tomarlo como algo prescriptivo y dogmático, que pueden guiar el trabajo docente, tales como:

¹² Como “*es*”, se define a las nociones docentes que se van construyendo dentro de la cotidianidad, es decir, las concepciones, ideas, preceptos, creencias, que se configuran a través de convivencia con los otros día con día, dentro de un contexto social específico. En este sentido, el “*es*” es un producto histórico y social. (Nota del autor).

conocer la materia que han de enseñar, conocer y cuestionar el pensamiento docente espontáneo, hacer una crítica fundamental de la enseñanza habituada y visualizar más a la didáctica como una metodología de enseñanza, que como la mera implementación de técnicas de enseñanza-aprendizaje.

Así, en la presente sección se realiza un análisis de las concepciones que los profesores entrevistados tienen, acerca de cuáles consideran que son las cualidades más idóneas para desenvolverse como docentes en nivel medio superior, así como también de sus nociones acerca de lo que significa enseñar. En este sentido, el presente apartado no trata de tomar una postura de “bueno” o “malo”, “adecuado” o “inadecuado”, sino de analizar las reapropiaciones de significado que han efectuado los maestros en torno a su noción como docentes.

Así pues, al cuestionarle al profesor Mauricio cuáles considera que son las características docentes idóneas que debe desarrollar un profesor de nivel medio superior relata lo siguiente:

“...que te guste primero tu carrera, que le entiendas, que se te facilite, que tengas facilidad para exponer, y algo que también es muy importante es la relación con los alumnos, que los vea como personas, no como objetos o como animales...”
(230109, pp. 2-3).

Dentro del discurso de Mauricio, podemos puntualizar tres aspectos importantes. Primero el sentido del gusto, de goce por saber y conocer lo relacionado con la vida en un sentido biológico. Este gusto o goce, podría traducirse en una mejor enseñanza de la disciplina, implicando con esto que el docente que disfrute su disciplina, encontrará mejores formas y métodos para transmitir el contenido que tiene a su cargo. Pero además, posiblemente, transmita ese gusto a los estudiantes motivándolos a aprender el contenido biológico.

Por otro lado, al mencionar “...que le entiendas...” enmarca la noción de conocer la disciplina que se imparte como un elemento clave para un óptimo desempeño docente. De tal modo, que el buen dominio del conocimiento de la asignatura se vuelve relevante, pues es a través de éste, que el profesor tendrá una mejor flexibilidad para construir una gran gama de estrategias didácticas, las cuales favorezcan el aprendizaje de los alumnos, especialmente para temas que tienen un alto grado de dificultad durante su aprendizaje.

Finalmente, circunscribe el buen desempeño docente a la acción de “exponer” o transmitir los conocimientos, así cabría la posibilidad de mencionar que no sólo por el hecho exponer un contenido en particular, implicaría que se esté enseñando y que el alumno lo esté aprendiendo.

En este mismo orden de ideas los docentes Luis y Gerardo responden respectivamente:

“Bueno mira, de entrada me parece que es importante tener un conocimiento en la disciplina que estás impartiendo, éso es básico y es un conocimiento mínimo

que tiende a incrementarse constantemente, que no puede ser estático, que es bastante flexible, movable y que, bueno tiene una tendencia a estarse incrementando en actualización. El conocimiento de la disciplina es fundamental... (151008, p. 2).

“Yo pienso que debe haber el gusto por la docencia, que te guste lo que estás haciendo, que te guste tu trabajo, la responsabilidad con los alumnos, el ser también respetuoso con los alumnos y con tus compañeros, ser tolerante. Pero también otro aspecto es cuando menos conocer la disciplina, saber de tu disciplina de la asignatura que vas a impartir” (291008, p. 4).

Ambos profesores coinciden con el maestro Mauricio en reconocer al dominio de la disciplina que se enseña como un rasgo fundamental para ser un buen profesor de nivel bachillerato. Sin embargo, además del gusto por la disciplina mencionado por el profesor Mauricio en las líneas anteriores, el maestro Gerardo destaca el gusto por la docencia. Este gusto por el trabajo docente puede traducirse en una satisfacción por lo que se hace, pero también de ser consciente de lo que implica la enseñanza, del compromiso adquirido, no sólo con una institución de trabajo, sino también con la sociedad, ya que se visualiza al maestro como un formador de sujetos que en un futuro se integrarán de forma adecuada a la sociedad, compromiso que va más allá de lo laboral y se inscribe más en un acto moral.

Por otro lado, al mencionar *...es un conocimiento que tiende a incrementarse constantemente que no puede ser estático, que es bastante flexible, movable y que bueno tiene una tendencia a estarse incrementando en actualización...* el profesor Luis resalta el “compromiso” que adquiere el docente de renovarse continuamente, de enseñar contenidos actuales que reflejen el avance del conocimiento. En el caso científico, la enseñanza de contenidos actuales muy posiblemente permitiría promover una visión inacabada de la ciencia, permitiendo transformar las ideas dogmáticas que frecuentemente presentan los estudiantes acerca de ésta. Así, la formación del docente se circunscribe fuera de posiciones estáticas que crean la ilusión de que el docente en cuanto tal es un sujeto “acabado”, “terminado”, que no necesita saber algo más.

En otro orden de ideas, el maestro Gerardo hace alusión al compromiso adquirido con los estudiantes, el cual se traduce en *“...la responsabilidad con los alumnos...ser respetuoso...tolerante...”*. Esta idea no solo está presente en el maestro Gerardo, sino también en las maestras Lucía, Lorena y Ximena quienes señalan lo siguiente, respectivamente:

“Primero conocer a los chavos, saber las problemáticas, lo que ellos están viviendo que son adolescentes, que trabajamos con diferentes estratos sociales... también intentar que se integren entre ellos”. (181108, p. 2).

“Tener la visión de que son pseudoadolescentes, tener la tolerancia, mesura, calma...” (081008, p. 5).

“...que sea responsable, que sea comprometido...” (251008, p. 3).

En este sentido, durante la enseñanza, el profesor se compromete ética y moralmente (Contreras, 1990), es decir, al considerar la enseñanza como una actividad humana, en la cual los maestros irrumpen en el pensamiento de los estudiantes durante la intervención profesor-alumno, el primero pone en práctica una serie de valores que median la relación alumno-profesor, de tal forma que el docente no solo transmite conocimientos disciplinarios, sino también, la enseñanza de actitudes y valores que contribuirán a la formación del sujeto. Dicho de otra forma, durante el acto educativo, el profesor no es neutral, sino que toma una postura y actúa de una forma determinada.

Los relatos de los docentes Raúl y Ximena respectivamente, presentan otros puntos:

“Híjole que pregunta tan complicada porque en realidad me cuesta todavía mucho trabajo para ubicar, es decir, por un lado tienes que saber cómo enganchar a los muchachos, porque obviamente que muy pocos van a seguir una carrera científica y por lo general van a elegir, muy legítimamente, ser abogados, arquitectos, ingenieros, etc., y lo que tu pretendes es que se quede con un residuo, pero ese residuo quede muy agarrado a, digamos su ser, que ese poco, pues realmente impacte en su visión...” (290109, p. 2).

“Yo le daría un poco más de prioridad al manejo por ejemplo los grupos, a realizar, diseñar nuestra planeación didáctica, pues ser lo suficientemente analíticos, reflexivos” (251008, p. 3).

La expresión *“...tienes que saber cómo enganchar a los muchachos...”*, connota una necesidad de conocer cuáles son las vías más adecuadas para promover el deseo de aprender en los alumnos, de seducirlos, de motivarlos a apropiarse de los contenidos, lo cual coincide con las actuales visiones educativas, en donde se afirma que el aprendizaje se caracteriza como un proceso cognitivo y motivacional a la vez (Núñez y González-Pumariegas, 1996).

La enseñanza a nivel medio superior no pretende formar especialistas en una determinada disciplina, sino, como se ha venido mencionando, contribuir a la formación de la personalidad del estudiante (Dewey, 2002), dotándolo de herramientas de diversa naturaleza: conceptuales, procedimentales y actitudinales; así mediante la frase *...lo que tú pretendes es que se quede con un residuo, pero ese residuo quede muy agarrado a digamos a su ser, que ese poco pues realmente impacte en su visión...* se denota en el discurso del profesor Raúl una visión de enseñar algo que en los últimos años se ha venido denominando como cultura básica. Es decir, lo que se desea enseñar, son aquellos conocimientos esenciales que permitan al alumno acceder, por su propia cuenta, a saberes más profundos.

La profesora Ximena se inclina más hacia el conocimiento didáctico que posee el docente, ya que al mencionar la “realización”, “diseño” y “planeación didáctica” se circunscribe en

los cómo de la enseñanza, siendo ésta una habilidad prioritaria del docente. Esta visión que se acerca a lo conocido como enseñanza estratégica, en la cual el maestro se convierte en “guía”, “facilitador”, “mediador”, entre el conocimiento y la estructura cognitiva del alumno, que diseña, planea y plantea, actividades por medio de las cuales se pretende que el alumno aprenda de manera autónoma.

Al respecto el profesor Arturo comenta:

“Primero, que tenga en la mente el profesor que la idea no es que le enseñes, sino que el alumno aprenda y yo creo que con esta visión puede uno lograr bastante...: segundo lugar pues tener conocimiento del programa, manejar bien el programa y en tercer lugar que tenga también cierto conocimiento de los alumnos” (280109, p. 1).

Bajo esta perspectiva, las habilidades docentes quedan sujetas únicamente a lo que haga el estudiante con respecto a su aprendizaje, quedando relegadas las habilidades para la enseñanza a un segundo término. En este sentido, se aprecia una ruptura entre la enseñanza y el aprendizaje, y como menciona Contreras (1990), *“...existe por tanto una relación de dependencia entre enseñanza y aprendizaje.*

Por otro lado, dentro de la noción del “manejo del programa”, se conjugan diversas habilidades o características que el docente debe o tiene que desarrollar. Por un lado, el dominio del contenido a enseñar es un factor clave si se quiere transmitir dicho conocimiento, entender, comprender cuáles son los fines educativos que persigue dicho programa. Y finalmente, reflexionar acerca de cómo contribuye el programa de la asignatura a la formación del estudiante,

De tal manera, que hablar de la interpretación del programa de cualquier asignatura, implica una reflexión sistemática-continua por parte del docente, entorno a lo qué es lo que se tiene que enseñar, cuáles son las mejores formas para enseñarlo y para qué o por qué enseñarlo.

Analizar las concepciones que poseen los docentes sobre las características que debe tener un buen profesor, no sólo permite conocer la apropiación de un significado por parte de los sujetos, sino también, muestra las concepciones que, seguramente, inciden en la práctica docente de los profesores entrevistados.

Así pues, a través de los diferentes discursos, el accionar didáctico de los docentes se ve matizado por diferentes nociones, creencias e ideas. Siendo predominantes las nociones de “el buen dominio de la disciplina” y “el gusto por lo que se hace”, configurándose como principales marcos estructurantes del quehacer docente. De tal modo, podemos afirmar que estas nociones seguramente estarán permeando el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del aula, así, el gusto y la certeza en lo que se hace y se dice, promoverán una seguridad y motivación en el estudiante durante el aprendizaje de temas tan complejos como es el caso de la *adaptación biológica*.

Lo anterior no significa que el conocimiento didáctico, el manejo del programa y el respeto por los otros, características presentes en los discursos de los docentes entrevistados, no sean importantes, sino que junto con lo mencionado en el párrafo anterior, se complementan para guiar la acción del profesor.

4.3.2 Noción de enseñanza en profesores de biología del CCH Azcapotzalco

*“Quede pues, sentado que a todos los que nacieron
hombres les es precisa la enseñanza, porque es
necesario que sean hombres, no bestias feroces, no
brutos, no troncos inertes”*

J. A. COMENIO

Dentro de la escuela, está perfectamente asignado el papel que deben cumplir tanto el profesor como los alumnos. Estos roles se han instituido¹³ a través de un proceso histórico- social, en el cual la reciprocidad con los “otros”, han matizado las características de cada uno. Así, se asume que el papel del alumno es aprender y la del profesor enseñar.

En este sentido, existen diferentes definiciones de lo que implica la enseñanza dependiendo del campo disciplinario donde se ubique. En el Plan de Estudios Actualizado del CCH, la enseñanza ha sido interpretada: *“Como el proceso que facilita la transformación permanente del pensamiento, las actitudes y las acciones de los alumnos”* (Espinosa, 2006, p. 32).

Ahora bien, ante el cuestionamiento de qué es la enseñanza, el profesor Mauricio responde:

“Pues la enseñanza es todo lo que el profesor desarrolla, elabora, programa, va formando sus ideas para que el alumno adquiera cierto conocimiento...” (230109, p.3).

Esta noción de enseñanza en cuanto a “todo lo que el profesor desarrolla” y “para que el alumno adquiera cierto conocimiento”, concuerda con lo mencionado por José Contreras, (1990), para quien la enseñanza consiste en hacer posible el aprendizaje, es decir,

¹³ Según Berger y Luckman (1984, pp. 66-90), la institucionalización aparece cada vez que se da una tipificación recíproca de acciones habitualizadas por tipos de actores, es decir, es una forma de interacción social establecida y objetivada en la que existen roles establecidos.

provocar dinámicas y situaciones mediante las cuales pueda darse el proceso de aprendizaje en los alumnos. Lo anterior implica que el docente conozca lo que involucra la estructuración de una estrategia didáctica, en qué se fundamenta, cómo se diseña, y, por otro lado, cuáles son los procesos mediante los cuales los alumnos aprenden.

En este sentido, encontramos una concepción semejante en el profesor Arturo:

“Pues que ciertos conocimientos básicos de biología sean aprendidos por los alumnos y que tenga la capacidad de permitir de que lo que yo sé, los alumnos lo aprendan. Para mí eso es enseñar...” (280109, p.2).

Para él, la enseñanza consiste en la capacidad de provocar situaciones mediante las cuales el alumno se apropie del conocimiento. Bajo esta óptica, se podría hacer referencia a la promoción de situaciones de aprendizaje por parte del docente, es decir, las acciones que se prevén y ejecutan para que el alumno aprenda (Molina, 1997).

Por otro lado la maestra Lucía comenta:

“Pues es que generalmente creemos que enseñar es transmitir conocimientos, pero lo que el Colegio nos dice, va más allá nuestra labor, el que ellos aprendan a ser, a hacer y a aprender, darles herramientas que les ayuden en su vida cotidiana para que, lleguen o no la universidad sean unos buenos ciudadanos, que no anden por ahí asaltando por las calles” (181108, p.2).

La maestra parte de la noción de que enseñar es la acción de transmitir conocimientos, idea extendida en la enseñanza tradicional. Sin embargo, su desarrollo como profesora en el CCH, le ha dado otra perspectiva entorno a este concepto; en este sentido, al mencionar *...el que ellos aprendan a ser, a hacer y a aprender, darles herramientas que les ayuden en su vida cotidiana...*, hace referencia a una de las corrientes actuales propuestas desde el campo psicológico del aprendizaje conocida como *constructivismo*. En esta concepción constructivista, el docente es visto como un guía o mediador entre la estructura cognitiva del alumno y el conocimiento a aprender. Por su parte, el alumno es concebido como un sujeto responsable de su aprendizaje, es decir, el sujeto es quien regula su propio proceso de aprendizaje mediante el uso de estrategias flexibles y apropiadas que se transfieren y adaptan a nuevas situaciones.

Siguiendo este mismo orden de ideas la académica Ximena relata:

“Yo creo que enseñar es cuando el alumno captó la información y él lo está aplicando afuera o sea está dándole validez a lo que consiguió, a lo que obtuvo, adquirió en el salón de clases y eso es enseñar, cuando el alumno está reestructurando incluso su actitud” (251008, p. 4).

La noción de enseñanza se traslada a lo que pueda llegar a hacer el alumno con el conocimiento adquirido, cómo lo aplique, dónde lo aplique, se vuelven trascendentales para la definición de enseñanza de la maestra. El alumno se vuelve el actor principal del

proceso, relegando la acción docente a segundo término. Por otro lado, la definición abarca también una transformación de la conducta del alumno, algo muy similar a lo que expresa el profesor Raúl:

“... entiendo yo, significa que es el compromiso, el bofetote de tratar de irrumpir en la vida de un alumno...” (290109, p. 3).

“*Irrumpir en los alumnos*” connota una idea de cambios, transformaciones en el pensamiento del alumno. Bajo esta noción, se toman en cuenta las capacidades, ideas e intereses de los alumnos, con el objetivo de transformar sus creencias y pensamientos a través de la movilización de los esquemas ya existentes en su estructura cognitiva. Desde esta perspectiva, la enseñanza no sólo es transmitir conocimientos con el objetivo de acumular datos, sino que el docente por medio de la presentación de los contenidos debe de lograr esas transformaciones (Pérez-Gómez, 1992).

Para el docente Luis la noción de enseñanza se circunscribe a:

“Híjole esa pregunta sí está complicada: implica transmisión, entonces si se transmite conocimientos, conceptos, procesos, pero no solamente es eso, se transmiten conceptos, conocimientos, se transmiten conductas, procedimientos, se transmiten formas de ver, de pensar, es una transmisión como muy amplia” (151008, p. 4).

Para ambos docentes, la noción de enseñanza se enmarca dentro de la visión tradicionalista de la educación. Bajo esta perspectiva, el papel docente se limita al de transmisor de datos, hechos, conceptos, más de corte memorístico, sin tomar en cuenta las habilidades e intereses de los alumnos. Por otro lado, el alumno es visto como un sujeto pasivo, es decir, el papel del estudiante se limita únicamente como receptor de dicho conocimiento.

Sin embargo, es interesante observar, que para el profesor Luis la enseñanza no se limita únicamente a transmitir datos o hechos, sino también, implica una “...transmisión más amplia...”, “...no solo eso [conocimientos], también, conductas, procedimientos...”, de esta manera, se puede mencionar que el profesor cumple una función de “modelo”, es decir, a través de sus acciones dentro y fuera del aula, el maestro modela el tipo de conducta deseable que el alumno debe de alcanzar, es decir, también se transmiten valores y actitudes para la integración del alumno a la sociedad.

Algo muy similar comenta el maestro Gerardo:

“Yo veo la enseñanza como una forma de compartir experiencias y compartir algunos conocimientos con los alumnos...pues así de sencillo, más allá de definiciones que podamos encontrar en los documentos en la bibliografía yo lo veo como una compartición de experiencias con los alumnos” (291008, p. 5).

Si bien es cierto que también se habla de una transmisión de conocimientos como se ha comentado anteriormente, el “*compartir experiencias*”, nos conduce a pensar que el aprendizaje se realiza mediante las experiencias personales del estudiante, es decir, por sus reacciones ante el medio. En consecuencia, los resortes de la educación son las experiencias educativas que aquél vive (Tyler, 1973). Bajo esta noción, la enseñanza, debe estar enfocada a suscitar una modificación del ambiente, de tal manera que se generen situaciones estimulantes que provoquen el tipo de conducta deseada en el alumno.

Como podemos apreciar, dentro de las nociones docentes en torno al concepto de enseñanza, existe una gran heterogeneidad. Para algunos la enseñanza se visualiza como una mera transmisión mecánica de conocimientos, en otros casos, no sólo eso, sino también de valores y actitudes. De cualquier manera, al visualizar la enseñanza como algo mecánico, se conceptualiza al alumno como un sujeto pasivo, cuya única función es la acumulación de conocimientos memorísticos (en su mayoría descontextualizados de su vida cotidiana), de tal manera que se transmite una visión estática y acabada de la biología.

En el otro extremo, tenemos docentes que relacionan el proceso de enseñanza con la noción de “docente estratega”, es decir, el profesor a través de las diferentes acciones que realiza dentro y fuera del aula genera experiencias mediante las cuales los estudiantes puedan apropiarse del contenido que se enseña. Bajo esta perspectiva, se visualiza al aprendiz como un sujeto activo, responsable de su propio aprendizaje.

Como consecuencia de esto, podemos afirmar que tanto los significados adquiridos explícitamente durante su formación profesional, como los usos prácticos que resultan de experiencias continuas en el aula, configuran los ejes de la práctica pedagógica del profesor. Y dicha práctica docente se encontrará fuertemente influida por la trayectoria de vida del profesor, el contexto socieducativo donde se desenvuelva, el proyecto curricular en el que se ubique, las opciones pedagógicas que conozca o se le exijan, así como las condiciones bajo las que se encuentre en la institución escolar.

Quisiera mencionar un punto en particular. Los discursos docentes en torno a su noción de enseñanza se circunscriben al entorno áulico, es decir, a lo que se realiza dentro de la institución educativa y en la inmediatez de la interacción profesor-alumno, sin embargo, siguiendo la propuesta de Jackson (1975; citado en Montero, 2001), las tareas de la enseñanza van más allá del dar clase –interacción profesor-alumnos, la tarea más visible de la enseñanza– y *“abarcán ese conjunto de actividades menos visibles y socialmente menos reconocidas, realizadas por profesores y profesoras con la clase vacía, que comprenden tanto los aspectos de planificación de la enseñanza cuanto los referidos al análisis y evaluación de la actividad realizada”*.

Vemos pues, que la enseñanza en tanto actividad docente, no sólo se circunscribe en la mera interacción áulica (alumno-profesor), en la cual se transmite un conocimiento dado, sino, contrario a lo señalado, la enseñanza también podría definirse a través de la acción de *planificar* y *evaluar* (en los próximos apartados se ahondará en estos conceptos), actividades que trascienden las fronteras del aula.

4.4 Dominio del Contenido Biológico

“A esta conservación de las variaciones y diferencias individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales, la he llamado selección natural o supervivencia de los más aptos”.

CHARLES DARWIN

Dentro de la enseñanza de las Ciencias Biológicas, en cualquier nivel educativo, uno de los temas que juega un papel fundamental como conocimiento organizador y unificador de la propia disciplina es la teoría de la evolución. Así, un gran número de investigadores en educación (biólogos interesados en la enseñanza y teóricos destacados de la biología) coincide en que la teoría de la evolución no sólo es parte fundamental de la biología, sino también un componente importante dentro de la cultura científica (Sánchez, 2000).

Así mismo, se considera que el concepto de evolución es un organizador del conocimiento biológico y dado su carácter unificador, debería ser uno de los primeros que se imparta dentro de la materia de Biología (Guillén, 1994).

La importancia de abarcar la enseñanza de la evolución dentro de las escuelas radica en dos razones: por una parte y como ya se mencionó, el tema engloba a toda la Biología, y hoy en día no se concibe a esta ciencia desprovista de la idea del cambio por selección natural (Mayr, 1982) y por la otra, porque la enseñanza de este concepto, principalmente a nivel medio superior, representa un reto para la mayoría de los docentes, debido a su alto grado de complejidad, tanto en el ámbito epistemológico como en el didáctico.

Referente a la enseñanza de la evolución existen una serie de conceptos que resultan complejos, tanto para los estudiantes como para los docentes. Entre los términos más problemáticos y de mayor uso en la enseñanza de la teoría evolutiva, se encuentra el concepto de *adaptación biológica*. Pero no sólo por su complejidad es que hay que bridle especial atención, sino también, porque el término de *adaptación biológica*

representan un concepto o conocimiento estructurante sobre del cual se construye un conocimiento más integral y complejo.

4.4.1. ¿La Adaptación Biológica: característica o proceso?

Hoy en día existe una gran cantidad de trabajos de investigación educativa, en su mayoría enfocados hacia el aprendizaje, que describen los principales factores que influyen de manera negativa en la apropiación del concepto de *adaptación biológica* por parte de los alumnos.

Así, el tratar de efectuar un cambio conceptual, como lo proponen diversos investigadores (Sánchez, 2000), de las preconcepciones que presentan los alumnos por explicaciones acordes con el ámbito científico, es uno de los aspectos que más dificultad representa, por lo que se le ha puesto mayor atención en los últimos años en las investigaciones sobre enseñanza de las ciencias biológicas.

En numerosas ocasiones, el principal argumento que se esgrime para justificar la dificultad de cambiar estas preconcepciones, consiste en adjudicar la gran resistencia que presentan los estudiantes hacia las explicaciones científicas; resistencia sustentada, en la mayoría de los casos, en aspectos propios de los estudiantes (poca madurez cognitiva, desinterés por la ciencia, entre otros) y en la dificultad *per se* que representa el concepto de *adaptación biológica*.

Sin embargo, poca o nula atención han recibido aspectos que escapan del control del estudiante para la apropiación del contenido y que podrían ser los principales generadores de esas preconcepciones que poseen los alumnos (medios de comunicación, divulgadores de la ciencia, los docentes). En este sentido, los estudiantes y la población en general se ven “bombardeados” constantemente por los diferentes medios de comunicación, con información de toda índole, incluyendo contenidos de naturaleza científica, la cual, desafortunadamente, en cuantiosas ocasiones es desvirtuada. Así, el uso indistinto que se le da al concepto de *adaptación biológica* tanto en la vida cotidiana como en la esfera científica, es un factor que fija ideas contrapuestas en los estudiantes en cuanto a lo que significa hablar de adaptación en términos evolutivos.

Algo estrechamente vinculado con el punto anterior, lo encontramos en la ambigüedad del lenguaje empleado cuando se habla de *adaptación biológica*. En numerosas ocasiones, dentro de las mismas aulas, el empleo de la palabra “adaptación” se utiliza para designar diferentes fenómenos, que poco o nada tienen que ver entre ellos: lo mismo se pueden evocar procesos de adecuación o regulación fisiológica, que cambios conductuales que permiten a un organismo “adaptarse” al nuevo ambiente, cuando se habla de ésta en un sentido evolutivo.

Aunado a esto, rara vez se cuida la forma en que se enuncian las explicaciones cuando se aborda este concepto. Frases como *“la especie “X” se adaptó al cambio ambiental...”*, *“desarrollaron el pulgar oponible para manipular instrumentos y así poder adaptarse...”*, denotan una idea determinista y lamarckiana del proceso evolutivo.

Por otro lado, la descontextualización que se da en el uso de los términos “adaptación”, “herencia” y “variación genética” durante la enseñanza, es un factor más, que incide de manera negativa en el óptimo aprendizaje de los estudiantes. Dado que, para poder entender el cambio evolutivo sin invocar ideas deterministas o teleológicas es necesario tener bases sólidas en cuanto a los mecanismos genéticos que sustentan los procesos evolutivos; la enseñanza previa de las fuentes de variación genética y de su transmisión en las generaciones futuras, se vuelve imperante si queremos lograr un mejor aprendizaje de lo que implica el proceso evolutivo en los estudiantes. Sin duda tarea que recae en el docente.

Así, antes de voltear la mirada al alumno, es preciso conocer cómo está la otra parte implicada en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es decir el docente. Sin embargo, poco se ha estudiado qué pasa con los profesores que enseñan dicho tema, es decir, ¿cuáles son las concepciones docentes del término *adaptación biológica?*, ¿bajo qué contexto lo enseñan?, ¿cuáles son los mejores métodos para que el alumno se apropie del concepto? De tal manera que, el estudio de todas estas interrogantes, puede proporcionarnos información que nos permita a los docentes diseñar mejores metodologías didácticas para la enseñanza de la evolución biológica en la educación media superior.

Por lo anterior, es necesario prestar atención especial en el modo de inferir y comprender el contenido del tema que se enseña por parte de los docentes, particularmente cuando se enseñan temas tan complejos como la teoría evolutiva, ya que como afirma Shulman, (1999, p. 16): *“...la enseñanza como transformación de la comprensión (del contenido de un tema) se apoya en la profundidad, calidad y flexibilidad del conocimiento del contenido y en la capacidad de hacer poderosas representaciones y reflexiones sobre ese conocimiento.”*

Por tanto, es importante conocer y analizar el grado de apropiación que tienen los docentes acerca del contenido de la asignatura que imparten, pues como menciona Shulman, (1986, 1987, 1993; citado por Acevedo, 2009, p. 5): *“...el conocimiento suficientemente detallado de un tema facilita al profesor anticipar los componentes y las relaciones entre los contenidos que pueden presentar más problemas para su comprensión”*.

En este sentido, un buen conocimiento de los contenidos de la asignatura que se imparte significa saber que algo es así, comprender por qué lo es y saber bajo qué circunstancias es válido el conocimiento correspondiente (Acevedo, 2009), lo cual dota al profesor de

una mayor facilidad en su discurso y le permite establecer mejores formas de explicarlo relacionándolo con la vida cotidiana de los alumnos, facilitando, así, el aprendizaje de éstos.

De tal manera, que la presentación del contenido durante la acción de la enseñanza es posible si está a su vez legitimado por la comprensión y el manejo de quien lo explica. En otras palabras, el contenido pierde su validez real para ser transmitido si quien lo representa (el maestro) no da garantías de ser un portador veraz. De este modo, el grado de dominio del contenido, se convierte en uno de los aspectos que legitima la acción docente.

En este contexto, se analizan a continuación las concepciones de los docentes entrevistados para este trabajo, sobre el concepto de *adaptación biológica*, el cual se imparte en el curso de Biología IV del CCH.

Al preguntarles a los profesores, *¿cómo concibe la “adaptación biológica”, como un proceso o como una característica?*, respondieron lo siguiente:

Raúl: *“Entiendo yo que es un proceso, es decir, híjole la pregunta sí tiene su chispa. Entiendo yo proceso como mecanismo en el cual hay esa transformación, ese cambio inherente de lo que son las cosas”* (290109, p. 7).

Gerardo: *“No pues como un proceso, un proceso que se va dando en todos los sistemas vivos, entonces definitivamente una característica... no lo considero una característica de los sistemas vivos, lo veo como proceso”* (291008, p. 9).

Arturo: *“Pues yo creo que como proceso. Porque vaya, es algo que se va adquiriendo poco a poquito, o sea que los organismos van adaptándose de manera gradual al medio o el medio los va seleccionando, como lo queramos ver, y es un proceso que es gradual, es un proceso lento, lento”* (280109, p. 3).

Lucía: *“Bueno es que los sistemas vivos tienen características y entre ellos está la adaptabilidad, son capaces de adaptarse al medio, pero una cosa es adaptarse y otra es adecuarse, como que la adecuación es un fenómeno rápido, en el que no sé, yo ahorita me voy a la montaña y si me hace falta el oxígeno como que me adecuo, pero la adaptación más bien es un proceso que implica a la selección natural y un cambio ambiental”* (181108, p. 5).

Como podemos observar, estos cuatro profesores visualizan la *adaptación biológica* como un proceso¹⁴, lo cual coincide con la definición de Bishop y Anderson, 1985: *“el proceso de adaptación se refiere a la composición genética de una población de organismos que están cambiando con el tiempo. El término es sinónimo de evolución por selección*

¹⁴ De acuerdo al Diccionario de la Real Lengua Española, proceso se define como: *“conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”*.

natural. Cada generación consiste de un alto porcentaje de individuos que poseen características adaptativas”.

En este sentido, el proceso de *adaptación biológica*, implica que ocurran un conjunto de acontecimientos a través de un tiempo determinado, para el caso de la evolución por selección natural, generalmente se habla de tiempo geológico, obteniendo como resultado una población con organismos poseedores de características fenotípicas, que incrementan el *fitness* biológico¹⁵.

Por otro lado, mediante la frase *...es algo que se va adquiriendo poco a poquito..., ... los organismos van adaptándose de manera gradual al medio..., ...es un proceso que es gradual, es un proceso lento, lento...,* el profesor Arturo alude a la noción gradualista del proceso evolutivo. La Teoría Sintética propone que las transiciones evolutivas entre una especie y otra son graduales, es decir, nuevas especies evolucionan de variedades preexistentes por medio de procesos lentos y manteniendo en cada estado su adaptación específica. Así mismo, la macroevolución es un proceso gradual (paso a paso) que no es más que una extrapolación de la microevolución (Kutschera y Niklas, 2004).

Esta noción gradualista fue expresada por Charles Darwin en diferentes pasajes de *El origen de las especies*, particularmente en el capítulo VI, donde sostiene que las especies han descendido de otras mediante *suaves graduaciones*. El hecho de que sólo mediante pasos graduales hayan podido desarrollarse nuevas estructuras o nuevos órganos, queda particularmente subrayado en la sección donde Darwin analiza la manera probable en que se formaron órganos complejos (Cachón, 2008).

Así mismo, esta idea de Darwin de que la evolución de los sistemas vivos se da de manera gradual, ha generado diversos debates entre la comunidad científica desde la misma publicación de *El origen de las especies* hasta nuestros días, principalmente entre seguidores de la Teoría Sintética y del Equilibrio Puntuado (Chacón, 2008).

En otro orden de ideas, para los docentes Gerardo y Lucía, el proceso de *adaptación biológica* ocurre en todos los sistemas vivos. Esta última acepción contrasta con lo mencionado por Gould y Lewontin (1979), al explicar que no todas las poblaciones de organismos pasan o han pasado por un proceso de adaptación biológica, necesariamente.

Es importante mencionar que uno de los factores problemáticos que se presentan durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de *adaptación biológica*, es lo concerniente al uso del lenguaje por parte del profesor. Lo anterior se hace evidente en las siguientes expresiones del profesor Arturo y la maestra Lucía respectivamente:

¹⁵ El término *fitness* se refiere a la habilidad de un organismo para producir descendencia fértil

“...o sea que los organismos van adaptándose de manera gradual al medio o el medio los va seleccionando...” (280109, p. 3).

“...bueno es que los sistemas vivos tienen características y entre ellos está la adaptabilidad, son capaces de adaptarse al medio...” (181108, p. 5).

Los discursos anteriores se enmarcan dentro de una lógica lamarckiana, es decir, se enuncia la idea de que los organismos por sí mismos tienen la capacidad de “adaptarse”¹⁶ al medio de acuerdo a las necesidades que se les presenten. Bajo este esquema, es importante tomar en cuenta el cómo se expresan las ideas cuando se habla en términos evolutivos, ya que el uso incorrecto del lenguaje puede causar confusiones o ideas erróneas en los estudiantes de lo que implica la evolución de los sistemas vivos.

Por otro lado, se confunde *adaptación biológica* con adecuación o aclimatación. El término de *adaptación biológica* alude a un proceso evolutivo en el cual la estructura genética de una población se ve modificada por acción de la selección natural; mientras que adecuación o aclimatación nos remite a procesos de corte fisiológicos, en los cuales los organismos poseen cierta plasticidad para “ajustarse” a cambios en el ambiente (por ejemplo de un clima húmedo a seco).

Las definiciones de las profesoras Ximena y Lorena abarcan más componentes al definir la *adaptación biológica* como un proceso:

“Como proceso... de hecho, como que a veces como biólogos también nos cuesta trabajo identificar una adaptación, es muy difícil realmente para los biólogos entender realmente lo que es adaptación nos podemos equivocar o podemos dar ejemplos, no sé muy probablemente erróneos, pero yo a la adaptación la veo como un proceso, porque estoy considerando el factor tiempo, el factor...¿cómo decírtelo? El conjunto de sucesos, valga la redundancia, evolutivos que se han venido suscitando...” (251008, p. 8).

“Como un proceso. A ver, la característica sería el punto final de ese proceso, o sea, verlo como el resultado final de la adaptación, pero yo lo concibo como un proceso, porque bueno hay un inicio, hay pasos que me llevan a entender, me llevan a explicar cómo termina una característica, o sea como que la característica no es emergente, sino que es el resultado de un proceso. Entonces, si yo nada más digo los organismos que son adaptados al medio marino tienen la característica “X”, bueno hay que ver que esa característica se ha finalizado o igual no puedo hablar de fin porque la evolución no tiene ni

¹⁶ Lamarck no pensaba el concepto de *adaptación* como lo hacía Darwin: no buscaba una utilidad particular para las características de los organismos. Éstas no son vistas como configurando una estrategia de supervivencia sino como la simple consecuencia de las condiciones de vida a la que un animal se veía confinado. Para Lamarck, las modificaciones de los perfiles orgánicos producidas por las circunstancias no eran nada semejante a lo que hoy caracterizamos como respuestas a las exigencias del medio. Las mismas eran simples transformaciones producidas por procesos fisiológicos que modelaban lo viviente con total independencia del carácter favorable o desfavorable que pudiesen revestir las modificaciones producidas. (Caponi, 2006).

sentido ni tiene finalidad, podemos seguir en ese proceso de cambio, entonces por eso yo concibo que la adaptación como proceso” (081008, p. 14).

Ambas profesoras aluden al factor tiempo dentro de su concepción de *adaptación biológica*. Lo cual es muy importante, ya que, como se menciona en algunos trabajos donde se aborda la enseñanza de la evolución, una de las principales dificultades en la enseñanza de estos temas, reside en no tomar en cuenta el tiempo geológico para explicar algunos de los ejemplos que aluden a los procesos evolutivos.

En este punto en particular, es necesario mencionar que existe un amplio consenso en destacar el concepto de tiempo geológico como uno de los más importantes y más difíciles (Ault, 1982; Sequeiros, 1991), dentro de la enseñanza de la evolución biológica, de tal manera que se vuelve necesario diseñar estrategias didácticas que faciliten el aprendizaje de este concepto (Sequeiros, *et al*, 1996).

Además, la académica Lorena distingue entre el proceso de *adaptación biológica* y el resultado final de éste, el cual se alude a través de: “...*A ver la característica sería el punto final de ese proceso o sea, como verlo como el resultado final de la adaptación, pero yo lo concibo como un proceso*”. Al igual que Bishop y Anderson, (1985), se apunta la característica adaptativa como el producto del proceso de *adaptación biológica*, sin embargo, cuando la profesora menciona: *...si yo nada más digo: los organismos que son adaptados al medio marino tienen la característica “X”... se alude tanto a la adaptación como un estado (organismos adaptados al medio marino) como a ciertos órganos, es decir características fenotípicas (tienen características “X”), lo cual podría generar ambigüedades durante la explicación del concepto.*

Por otro lado, la profesora Ximena reconoce la dificultad que representa aun para los biólogos el poder definir lo que es la *adaptación biológica*, ya que actualmente dentro de la misma disciplina, existe el debate en cuanto a cómo definir la *adaptación* (ver Ginnobili y Blanco, 2007).

La profesora Ximena continúa con su explicación:

“...entonces realmente muchos cometemos el error de que el alumno se vaya con la idea de que todo lo que ve es adaptación o que la adaptación ya es la cúspide de la evolución y ya no hay más para adelante, y eso no es cierto porque constantemente esto está renovándose...” (251008, p. 8).

La académica hace referencia a lo que se conoce como “Programa Adaptacionista”, término acuñado por Stephen Jay Gould en 1979. De acuerdo con este autor, el Programa Adaptacionista consiste en asumir que todos los caracteres de los organismos son adaptaciones óptimas moldeadas por la selección natural, es decir, descompone al organismo en rasgos atómicos proponiendo historias adaptativas para explicar la preservación de cada uno por separado, tomando la selección natural como la única fuerza optimizadora. Bajo esta visión, la profesora reconoce la propensión que existe

durante la enseñanza de este tema, en transmitir a los alumnos esta visión adaptacionista.

Por otro lado, las profesoras Ximena y Lorena resaltan el hecho de que el proceso de *adaptación biológica* no debe visualizarse como un fenómeno teleológico¹⁷, es decir, la evolución por selección natural no tiene dirección, ni es inacabable, sino que sólo las características adaptativas son útiles en un ambiente y tiempo determinado. Lo anterior resulta de suma importancia, ya que una de las ideas con mayor arraigo en los estudiantes de bachillerato, y de las personas en general, consiste precisamente en visualizar el proceso de evolución como algo dirigido y con un fin, y en este sentido, durante la enseñanza de este tema, es imprescindible que el docente trabaje con estas concepciones erróneas de los alumnos.

En contraste con la definición de *adaptación biológica* como un proceso, tenemos al profesor Mauricio:

“Bueno, yo la vería como el resultado de un proceso, entonces el proceso de selección natural que se da en los seres vivos como consecuencia de este proceso me va a dar el hecho de que los organismos se adapten a un ambiente determinado” (230109, p. 7).

Para este docente, hablar de adaptación es visualizarla como el resultado del proceso de selección natural, es decir, como un estado final. Bajo esta perspectiva, ya no tiene cabida el factor tiempo, sólo se alude al hecho de que los organismos presentan una serie de características adaptativas que les permitirán sobrevivir en un ambiente determinado.

Finalmente, para el profesor Luis la *adaptación biológica* representa una dualidad:

“Como las dos cosas, porque puede verse como tal, es decir, podemos ver a la adaptación como una característica como una particularidad de una especie o de una población, yo creo que es válido verla así porque es lo más tangible, es lo que podemos apreciar más, de hecho lo que más aprenden los alumnos, esta cuestión como característica, pero también la vemos como proceso porque no son características estándar y son características que tienen una historia, entonces también tenemos que verla como proceso, como proceso que incluso puede tender a modificarse y entonces también tenemos que enseñarle eso al alumno, entonces me parece que debe ser vista como ambas cosas y que además cuando uno consulta la bibliografía eso es lo que encuentra, encuentra que autores opinan de la adaptación como característica, otros opinan como proceso” (151008, p. 10).

¹⁷ El **argumento teleológico** o argumento de diseño, es el argumento sobre la existencia de Dios que se basa en la premisa de que existiría una evidencia percibida de un mundo y un universo "diseñado". Se basa en aquellos aspectos del mundo que al ser complejos, parecen haber estado diseñados; y que, en consecuencia, parecen obedecer un objetivo o una finalidad de un ser inteligente.

El profesor Luis se refiere al doble sentido que connota el término *adaptación biológica*, ya que muchos biólogos la definen como una característica que surgió por selección natural. Por otro lado, el concepto de *adaptación biológica*, también enmarca un proceso en el cual los miembros de una población se adaptan mejor al ambiente, a través del cambio en una característica que afecta su supervivencia o reproducción (Futuyma, 2005).

Ambas definiciones a menudo son utilizadas indistintamente cuando se imparte el tema en el aula, esto puede generar ideas ambiguas, en los estudiantes, de lo que es la *adaptación biológica*. En este sentido, es importante que el docente conozca y reflexione acerca de la complejidad del tema, de cómo se define *la adaptación biológica* (la característica o el proceso), en qué contexto se visualiza como característica y en cuál como proceso, y cuáles serían los mejores ejemplos para ilustrar una u otra. En este trabajo, se sugiere la propuesta de Bishop y Anderson, (1985), durante el trabajo con los alumnos de bachillerato, en la cual, cuando se alude al proceso se utiliza como tal el término *adaptación biológica*, y al producto de este, como *característica adaptativa*.

Vemos pues una diversidad en los discursos docentes en cuanto a la noción de la *adaptación biológica*, diferencias que no sólo existen en el ámbito docente, sino también en la propia disciplina, como se ha mencionado en las líneas anteriores. Estas diferencias podrían estarse reflejando en el aprendizaje del alumno, dado que el tema de *adaptación biológica* no sólo es exclusivo del programa de Biología IV, también lo encontramos en Biología II, de tal manera que el alumno podría estar recibiendo “mensajes” diferentes de lo que implica la *adaptación biológica*.

4.4.2. ¿Cómo se origina la adaptación biológica?

Uno de los componentes esenciales para el entendimiento del concepto de *adaptación biológica* es lo relacionado con el mecanismo que da pauta a éste. Así, para Futuyma, (2005): *La selección natural, es el único mecanismo conocido que causa el origen de las adaptaciones*, la cual, al actuar sobre las poblaciones de organismos favorece o selecciona a los individuos que poseen un mejor genotipo, reflejado en el fenotipo, incrementando el *fitness* biológico en éstos, de tal manera que con el tiempo se encontrará una población con organismos bien adaptados a su medio.

Sin embargo, no sólo se requiere la acción de la selección natural para que las poblaciones sean adaptadas a los diferentes ambientes que puedan presentarse, sino también, es necesario tomar en cuenta el aporte de la materia prima que proporcionan las fuentes de variación genética, como lo son las mutaciones y la recombinación genética, ya que como menciona Williams (1966): “*Algo necesario para hablar en sentido estricto de*

adaptación, es que el rasgo fenotípico haya sido moldeado por la selección natural actuando sobre la variación genética existente en la población". Así mismo, los mecanismos de transmisión (herencia) de esas variantes ventajosas a las siguientes generaciones, también son un factor trascendental para el proceso de *adaptación biológica*.

Confrontemos, ahora, las respuestas que los docentes ofrecen al realizar la siguiente pregunta. *¿Cuáles consideran que son los mecanismos que dan pauta al proceso de adaptación?*:

Arturo: *"La selección natural...nada más"* (280109, p. 3).

Lucia: *"La selección natural...sólo ésta"* (181108, p. 5).

Mauricio: *"Como te comentaba, la adaptación es producto de la selección natural..."* (230109, p. 7).

Ximena: *"Pues como es un proceso y está involucrado el factor tiempo... prácticamente aquélla que dirige este proceso pues es la selección natural, hasta ahorita conocida, la mejor recibida"* (251008, p. 9).

Luis: *"Los principales pues son los procesos evolutivos como podríamos decir la selección natural misma, y que a consecuencia de eso puede haber ventajas o desventajas adaptativas..."* (151008, p. 10).

Raúl: *"El primero de ellos es que exista presión de selección, y la presión de selección obviamente deriva del ambiente, el segundo de ellos es el juego de genes, el genotipo que esté existiendo ahí"* (290109, p. 8).

Gerardo: *"Tal vez como mecanismos o fuerzas, pues uno es la selección natural, otro pues son las mutaciones y en términos generales estos dos, yo creo que los más importantes son estos dos las mutaciones y la selección natural los que influyen en la cuestión de la adaptación si lo vemos como proceso"* (291008, p. 11).

Los discursos de estos siete docentes coinciden en señalar a la selección natural como la principal fuerza que da paso al proceso de adaptación. De acuerdo con los autores de la Teoría Sintética de la evolución: *"La selección natural es el proceso responsable de las adaptaciones de los organismos [...], puede explicar [...] sus notables adaptaciones al ambiente [...] Para explicar una adaptación particular, un argumento seleccionista para resultar válido ha de mostrar: a) que está implicada la selección natural y; b) que la selección natural favorece la adaptación en cuestión"* (Dobzhansky, Ayala, Stebbins, y Valentine, 1980).

Concebir la selección natural como el único mecanismo capaz de adaptar a las poblaciones de organismos, nos lleva a pensar que durante la enseñanza de este tema necesariamente se tendrían que retomar los aspectos de variación genética y herencia, mecanismos que sin su aporte difícilmente podríamos hablar de adaptación como

proceso. Lo anterior permitiría un aprendizaje en los alumnos, por un lado, más “sencillo”, pero también una apropiación más cabal y apegada al contexto evolutivo.

En otro orden de ideas, la maestra Ximena dentro de su discurso, alude al rasgo inacabable y absoluto del conocimiento científico mediante la frase *... pues es la selección natural, hasta ahorita conocida, la mejor recibida...* El conocimiento científico se caracteriza por la carencia de verdades absolutas, de conocimientos cerrados o fijos, de tal manera que la profesora Ximena hace referencia a la temporalidad de las ideas científicas, ya que como ella misma menciona, lo que mejor se conoce hasta el momento es la selección natural como fuerza productora de la *adaptación biológica*, sin descartar la posibilidad de la existencia de otro mecanismo aun desconocido para el hombre. Esto recobra una importancia durante la enseñanza de la ciencia, ya que diversos estudios mencionan que la mayor parte del tiempo, se transmite una visión acabada del conocimiento científico dentro de las aulas, fijando ideas erróneas en los estudiantes en cuanto a la naturaleza de la ciencia.

Por otro lado, ya hemos mencionado el papel de la herencia para que la selección natural pueda propiciar la adaptación en las poblaciones. En este sentido, únicamente en la explicación del profesor Raúl se percibe este punto, el cual hace referencia como un segundo elemento dentro del proceso adaptativo al genotipo¹⁸, ya que es sobre éste, (aunque a través de su manifestación fenotípica) sobre lo que trabaja la selección natural. Todo rasgo que no esté determinado genéticamente no estará sujeto a la selección natural y en sentido estricto no constituirá una característica adaptativa (Verdu del Campo, 1997).

Un factor de suma importancia para que se dé el proceso de *adaptación biológica*, consiste en el origen de la variación genética dentro de las poblaciones de organismos, dado que es la materia prima sobre la cual actúa la selección natural. Sin embargo, este requisito se manifiesta únicamente en algunos discursos de los académicos a través de la noción del concepto de *mutación*:

Gerardo: “...otro pues son las mutaciones y en términos generales estos dos...” (291008, p. 11).

Luis: “...los cambios lentos acumulados que de un momento a otro pueden ir produciendo alteraciones en el producto genético...” (151008, p. 10).

Lorena: “...hay que rescatar mutaciones para llegar al concepto de adaptación...” (081008, p. 11).

Bajo esta lógica, el concepto de mutación se vuelve un conocimiento organizador en estos docentes para comprender el proceso de *adaptación biológica*, ya que es a través de

¹⁸ Genotipo, connota el conjunto de genes de un organismo en particular, incluida su composición alélica

éste, como se puede explicar la existencia de variación genética en las poblaciones de organismos. Sin embargo, se dejan fuera procesos tales como la recombinación genética y la transferencia horizontal de genes como fuentes de variación genética en los discursos de los docentes.

Por otro lado, apreciamos que variación genética y *adaptación biológica*, no siempre van asociadas, al menos de forma explícita. En consecuencia, parece razonable que durante la enseñanza de este tema, los estudiantes se planteen explicar o describir la *adaptación biológica* sin tener que considerar el cambio genético, lo que repercutiría en generar visiones deterministas o teleológicas y descontextualizadas de las ideas evolutivas.

En otro orden de ideas, para el profesor Luis, existen otros mecanismos que permiten la adaptación biológica:

“...también en los procesos de deriva génica. Pero también influye el ambiente, también es un papel importante que va a jugar, es decir una característica es adaptativa y se desarrolla si el ambiente lo permite y bueno entonces no podemos dejar de lado la cuestión del entorno en que se desarrollan las especies, a lo mejor en un momento dado la presencia de no sé, la ausencia mejor dicho, pongamos este ejemplo: la ausencia de una enzima determinada en una especie puede no causarle un efecto en un entorno definido, pero en otro sí, entonces tiene que ver también con esto la adaptación, la adaptación es un producto de, decía yo de la evolución, pero no un producto acabado, es un producto en tránsito, es un producto que permanentemente está en proceso y entonces ese proceso se ve influenciado por el ambiente, por el carácter genético, por la interacción a nivel poblacional, con otras especies digo todo eso va a influir” (151008, p. 10).

La deriva génica también es considerada como una fuerza que dirige el proceso evolutivo, sin embargo, es delimitada como uno de los mecanismos no selectivos de la evolución, que opuestamente a la acción de la selección natural, su accionar es absolutamente aleatorio. De tal manera, que la deriva génica no da lugar a la adaptación de los sistemas vivos.

Por otro lado, el profesor Luis comenta *...la ausencia de una enzima determinada en una especie puede no causarle un efecto en un entorno definido, pero en otro sí, entonces tiene que ver también con esto la adaptación...*, de esta forma, el docente connota el sentido de tiempo y espacio que caracteriza a la noción de adaptación, es decir, una adaptación sólo proporciona una ventaja a su portador en un ambiente determinado y en un tiempo específico, existiendo la posibilidad de que si el entorno cambia, probablemente la adaptación dejará de representar una ventaja.

Al respecto el profesor Mauricio explica:

“...existen otros mecanismos, podríamos hablar de coevolución, radiación adaptativa, deriva génica, convergencia, divergencia, todos esos mecanismos

que originan como producto de la presión, pueden originar una diversidad que se adaptó a diferentes condiciones...” (230109, p. 7).

Al igual que el maestro Luis, el profesor Mauricio identifica la deriva génica como una causa de la adaptación en los organismos. Sin embargo, menciona otros elementos que hasta este momento no habían sido tomados en cuenta en los discursos de los docentes. Mecanismos tales como *coevolución*, *radiación adaptativa*, *convergencia* y *divergencia*, son considerados como procesos macroevolutivos, es decir, procesos evolutivos de taxones superiores a la especie (por ejemplo, géneros, familias, órdenes, clases) que comportan cambios morfológicos importantes, de tal forma que estos procesos macroevolutivos también son considerados fuerzas que conducen a la adaptación biológica, pero a gran escala.

Nociones semejantes encontramos en el relato de la profesora Lorena:

“Hay que reconocer que existe lo que llamamos la microevolución y la macroevolución entonces hay que verlo desde el punto de vista mutacional, o sea, reconocer que uno de los cambios en esa molécula, bueno te van a detonar en éste la cuestión final que es la característica, hay que revisar los procesos de microevolución y de macroevolución, deriva génica, flujo génico...” (081008, p. 17).

Para explicar el proceso de adaptación, la profesora Lorena recurre a los mecanismos microevolutivos de mutación, selección natural, deriva génica y el flujo génico que ocurren dentro del seno de las poblaciones. Dos de ellos, deriva génica y flujo génico, son considerados como mecanismos aleatorios que no conducen a la adaptación. Así mismo, apreciamos, como la profesora establece una conexión entre los procesos microevolutivos con los macroevolutivos, dentro de su noción de adaptación biológica. En este sentido, la acumulación de los mecanismos microevolutivos dará paso, con el transcurso del tiempo, a los procesos macroevolutivos (Strickberger, 1996).

En este apartado, hemos conocido las nociones de los profesores en cuanto al conocimiento biológico de la adaptación. Es importante remarcar, la ausencia de cuatro factores de suma importancia (tanto para describir lo que es la adaptación biológica, como las fuerzas que la generan) en los discursos de la mayoría de los docentes: la noción de variación genotípica y fenotípica, tiempo, herencia y población.

Esta falta de la “noción genética-evolutiva” en el discurso de los profesores, puede verse plasmada en el momento en que el profesor plantea las estrategias para la enseñanza del tema, de tal forma que la transmisión del contenido hacia los alumnos se vea desprovista del elemento genético. En este punto es preciso señalar lo siguiente. Como se ha explicado, el tema de *adaptación biológica* que se aborda en el presente trabajo es impartido dentro del programa de la asignatura de Biología IV, de tal forma que en la materia de Biología III se imparten los contenidos referentes a la naturaleza y diversidad genética. Así, podríamos suponer que en el momento en que se aborda el contenido

referente a la *adaptación biológica*, el alumno cuenta ya con los conocimientos genéticos necesarios para una óptima apropiación de éste.

Sin embargo, en recientes investigaciones enfocadas a conocer las nociones que poseen los docentes en cuanto a las cuestiones genéticas, se aprecia que en algunos casos los profesores no tienen una noción coherente del campo conceptual referente a los contenidos de fuentes de variación genética (Ortega, 2009; Gómez, 2009).

Así mismo, se involucran mecanismos que con base en el consenso científico de la disciplina, no intervienen en el proceso de adaptación biológica. De tal forma, podríamos mencionar, que la noción de la deriva génica y el flujo génico como fuerzas que moldean el proceso de adaptación, se ubica como una idea falsa de lo que implica la adaptación de los organismos en términos evolutivos. Por otro lado, se hace evidente la falta de noción poblacional, o de población, en los discursos docentes, para enunciar lo que implica la adaptación biológica.

Así, para poder definir y explicar el concepto de *adaptación biológica* es necesario recurrir, además de la selección natural, a los mecanismos genéticos de mutación, recombinación genética, transferencia horizontal de genes, flujo génico y herencia. Mecanismos que, por un lado, explican el origen de la variación genética y fenotípica dentro de las poblaciones de organismos, asegurando la acción de la selección natural y, por otro, dan cuenta de la transmisión hereditaria, de esas mejores variantes que aumentan el éxito reproductivo de los individuos que las poseen, en contraste de los que no cuentan con ellas.

También, se requiere poseer una visión *poblacional* más que individual del proceso evolutivo, es decir, constantemente cuando se habla de la evolución biológica y se trata de explicar los cambios que ocurren en los organismos, se hace referencia a un solo individuo: *...desarrolló garras...., ...se adaptó al nuevo ambiente....*, dejando la idea de que el cambio ocurre en un sólo individuo y que éste con el paso del tiempo dará paso a una nueva especie. Sin embargo, el cambio evolutivo, se da dentro de la estructura de la población, es decir, si bien es cierto que uno o varios individuos pueden surgir con nuevas variantes genéticas ventajosas, necesariamente tendrán que reproducirse y consecuentemente heredar esas variaciones, para que con el paso del tiempo cada vez más individuos de la población posean dicho carácter. En este sentido, probablemente dentro de los discursos docentes la noción poblacional esté implícita, sin embargo, en el proceso de llevarlo al aula tendría que volverse explícito.

Podemos mencionar, que la falta de claridad al momento de definir lo que implica el proceso de adaptación biológica por parte de quienes imparten el tema, podría tener como consecuencia que durante su enseñanza los alumnos construyan un concepto erróneo de lo que implica dicho proceso y, dado que éste es considerado como un concepto medular para entender de manera global el proceso evolutivo, se vuelve de

suma importancia voltear la mirada hacia el grado de dominio del contenido disciplinario que poseen los docentes, antes que otra cosa.

4.5 Enseñanza de la Adaptación Biológica en el CCH Azcapotzalco

"Educar a un niño no es hacerle aprender algo que no sabía, sino hacer de él alguien que no existía."

JOHN RUSKIN

Como hemos mencionado en las secciones anteriores, el conocer los procesos mediante los cuales los sujetos con una formación diferente a la docencia se apropian de esta actividad y le dan un sentido, permite conocer cómo significan el rol docente dentro de la institución educativa. Hasta el momento, se han analizado, por un lado, las concepciones de los maestros acerca de las características que deben poseer éstos para un óptimo desempeño dentro del aula y, también, hemos conocido cómo es que perciben lo que implica enseñar.

Por otro lado, mencionamos que el dominio del contenido que se impartirá, se vuelve una característica indispensable para el docente, si se quiere lograr una enseñanza eficaz, que promueva la apropiación del contenido en los estudiantes de bachillerato. De tal manera, que la conjugación de estos tres aspectos confluyen en la enseñanza de un tema en específico.

Una vez que hemos examinado los puntos arriba mencionados, estamos en posición de realizar un análisis más completo acerca de las formas en como los maestros imparten el tema de *adaptación biológica*. En el presente apartado, antes de conocer las estrategias que emplean los docentes para la enseñanza de dicho tema, analizaremos las ideas de los profesores referentes a dos aspectos. En primer lugar la importancia, por un lado, de enseñar el concepto de adaptación biológica a estudiantes de nivel bachillerato, y por otro, las percepciones en cuanto a la posible dificultad que represente el aprender este concepto.

4.5.1 Más allá de la Adaptación Biológica

El tema de *adaptación biológica* se imparte dentro de los programas de Biología II y Biología IV (tercer y sexto semestre respectivamente). La manera en cómo se aborda éste, difiere notablemente para cada programa. Mientras que para el curso de Biología II, se visualiza la *adaptación biológica* como una consecuencia del proceso evolutivo, es decir, como característica adaptativa, quedando la explicación en un nivel descriptivo, en la materia de Biología IV, la *adaptación biológica* es definida como un proceso que influye en la diversidad biológica. Bajo esta perspectiva, la enseñanza de este tema tendría que orientarse a retomar los aspectos genéticos, para explicar el proceso de *adaptación biológica*, así como también, su papel en el origen de la diversidad biológica (Programas de Estudios de Biología IV, 2004).

En este sentido, el presente trabajo se orientó hacia la asignatura de Biología IV. De esta manera, el Programa de Estudios para esta asignatura menciona que:

- *“Los cursos de Biología III y IV, en el quinto y sexto semestres del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, están encaminados a profundizar en la cultura básica del estudiante en este campo del saber. Pretenden la formación del educando mediante la adquisición de conceptos y principios propios de la disciplina, así como el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la Biología”* (Programas de Estudios de Biología IV, 2004: 22).

Antes de explicar lo que se entiende por cultura básica, es necesario mencionar que el termino cultura hace referencia a todo el acervo acumulado por la sociedad, que la caracteriza y que en parte cada individuo posee como integrante de la misma; es el conjunto estructurado de valores, creencias, procesos, conocimientos, habilidades, actitudes y comportamientos que atiende a los cambios científicos, tecnológicos, artísticos, económicos y políticos que se producen en ella (Orientación y Sentido De Las Áreas Del Plan de Estudios Actualizado, CCH, p. 6). Por otro lado, para Stenhouse (1984), la cultura, designada por él como “tradiciones públicas”, abarca el capital intelectual, emocional y técnico con el que cuenta la sociedad.

De tal manera que la cultura básica se caracteriza por constituirse de algunos elementos fundamentales de la cultura, sobre los que se apoyan otros. En este sentido, la noción de cultura básica, implica que a partir de lo socialmente instituido, es decir, del capital intelectual, emocional y técnico con el que cuenta la sociedad, se realiza una selección de los elementos que se consideran esenciales a transmitir y que debe poseer todo individuo dentro de una sociedad.

Por tanto, las instituciones educativas tienen por cometido poner a disposición del niño o del adolescente una selección de ese capital intelectual, tanto emocional, como técnico, que posee la sociedad” (Stenhouse, 1984, p. 31), es decir, transmitir la cultura básica, dado que la escuela no puede transmitir todos los saberes de la sociedad.

Así mismo, la educación existe para proporcionar a los individuos acceso a grupos culturales que están fuera de los suyos propios. Las escuelas ponen la cultura a disposición de los alumnos, proporcionándoles una oportunidad para tomar parte en grupos de aprendizaje.

Tenemos pues, que la tarea del profesor consiste en ayudar a los alumnos a introducirse en una comunidad de conocimiento y de capacidades, en proporcionarles algo que otros ya poseen. Función que logra a través de la enseñanza de los contenidos disciplinarios. Es decir, si bien es cierto que es importante que los alumnos adquieran conocimientos relacionados con lo biológico, es a través de la enseñanza de estos temas disciplinarios, como el docente dotará al alumno de esa selección cultural que se ve plasmada en el currículum escolar.

Para P. Bourdieu (1979), la acción pedagógica, es decir, las formas en que el docente enseña los conocimientos disciplinarios, es la encargada de reproducir el arbitrario cultural seleccionado por el modelo educativo imperante.

Bajo esta perspectiva, la asignatura de Biología IV, a través de la enseñanza del contenido disciplinario, se propone dotar de las herramientas necesarias al individuo, que le permitan integrarse de una manera adecuada a la sociedad. La mera transmisión de conceptos no tiene cabida bajo esta visión, ya que se busca formar sujetos autónomos en su aprendizaje, es decir, dado que es imposible enseñarlo todo¹⁹, se busca promover en el alumno las habilidades necesarias para que de manera independiente aprenda por sí mismo, lo cual, dentro del CCH se conoce como *aprender a aprender*.

De esta manera, se puede inferir que el papel del docente no es sólo enseñar contenidos disciplinarios, sino que a través de toda la temática marcada, contribuya a la formación del alumno. De acuerdo con H. Gadamer (1993), la formación se vincula muy estrechamente con el concepto de cultura, de tal manera que inviste en primer lugar el modo específicamente humano de dar forma a las disposiciones y capacidades humanas del hombre. Es decir, que a través del contenido biológico, el docente cambie, moldee, transforme, irrumpa en la personalidad del alumno, a través de la transmisión de todas

¹⁹ Ya en el siglo XVI Juan Amós Comenio, (2008) mencionó que. “... en las escuelas hay que enseñar todo a todos”, para plasmar la idea de que la enseñanza debía enfocarse hacia ...*los fundamentos, razones y fines de las más principales cosas que existen y se crean...*, es decir, en lugar de transmitir conocimientos enciclopédicos, se dote, en la medida de lo posible, a la mayoría de individuos con las habilidades y saberes fundamentales para que por sí mismos puedan llevar a cabo la búsqueda de principios más particulares.

aquellas “tradiciones públicas” que le permitirán al estudiante incursionar de manera exitosa, no sólo en el ámbito académico, sino también en la propia sociedad.

En este contexto, se puede decir que la enseñanza de la adaptación biológica en el CCH va más allá de un marco meramente evolutivo, no se busca formar sujetos especialistas en la disciplina, sino que se busca trascender a esferas sociales de la realidad. Es decir, que el docente no sólo enseña contenidos de una determinada disciplina, sino que moldea formas de *ser* y *hacer*. Personas capaces de pensar, de tomar decisiones, de buscar la información relevante que necesita, con la capacidad de abstracción, la creatividad, la habilidad de pensar de forma sistemática, de relacionarse positivamente con los demás, de cooperar y negociar, son algunas de las metas que persigue la educación. Así, una de las principales tareas de la enseñanza siempre ha sido, por tanto, promover modelos de excelencia y pautas de reconocimiento que sirvan de apoyo a la autoestima de los individuos (Savater, 1997).

4.5.2 Profesor: ¿Y la Adaptación Biológica para qué?...ya lo veras más adelante

¿Qué es lo que ganaré aprendiendo estas cosas?... "Dale unas monedas, pues parece que éste debe ganar algo con lo que aprende"

EUCLIDES

Las principales funciones de las escuelas se centran en dos puntos fundamentales: socializar y educar. Lo anterior, de acuerdo con Gimeno Sacristán (1989, p. 122), se logra: “...por mediación de la estructura de actividades que organiza para desarrollar los currícula que tiene encomendados. Función que cumple a través de los contenidos y de las formas de éstos, y también por las prácticas que se realizan dentro de ella”.

De lo anterior podemos mencionar dos aspectos trascendentales:

a) El capital cultural, representado por las diferentes áreas del conocimiento que se enseñan en el aula (artes, humanidades, lenguas, historia, sociales, destrezas, matemáticas y, por supuesto, las ciencias, físicas, químicas y biológicas), juega un papel elemental para cumplir con las funciones principales de la escuela, ya que será por medio de la enseñanza de esas disciplinas como se dotará al alumno de los conocimientos, habilidades y valores necesarios para su eficaz integración a la sociedad.

b) El conocimiento que tengan los docentes acerca de los objetivos que persigue la escuela, será fundamental para diseñar las acciones didácticas que mejor favorezcan, como ya se ha mencionado, no sólo la enseñanza de los conocimientos propios de la disciplina, sino principalmente la formación social del sujeto.

De acuerdo con los puntos anteriores, el contenido, en este caso biológico, que se enseña en el CCH, queda ceñido por los objetivos que persiga la institución educativa, es decir, no sólo es enseñar el conocimiento científico *per se*, sino que a través de éste se busca contribuir a la formación de la personalidad del alumno. En este sentido:

“Para contribuir a la formación de los estudiantes, el curso de Biología IV se plantea como propósitos educativos que el alumno:

- + Comprenderá que la evolución es el proceso que da origen a la biodiversidad.*
- + Valorará la biodiversidad de su país, las repercusiones de la problemática ambiental y las acciones para su conservación.*
- + Profundizará en la aplicación de habilidades, actitudes y valores para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento científico, al llevar a cabo investigaciones.*
- + Desarrollará una actitud crítica, científica y responsable ante problemas concretos que se planteen (Programas de Estudios de Biología IV, 2004, p. 24)*

El primer objetivo educativo, se circunscribe a transmitir los conocimientos científicos propios del campo biológico. Es a través de la enseñanza de los conceptos de evolución y biodiversidad como se pretende dotar al alumno del conocimiento que sustenta y unifica a la Biología; se aspira, también, a cambiar su concepción de la realidad, mediante la comprensión de “cambio”, inherente al concepto de evolución; así mismo, se persigue proporcionar una visión integral de la vida, incluyendo la complejidad de ésta. Así, por medio de la enseñanza de la Biología, el CCH busca contribuir en la formación de la cultura científica de los sujetos.

En cuanto al resto de los objetivos, de manera general, se intenta privilegiar la transmisión de actitudes reflexivas, destrezas analíticas, en otras palabras, habilidades intelectuales que le permitan al alumno aprender por sí mismo. Además, se evidencia el aspecto ético que envuelve a la enseñanza. El docente no es neutro dentro del aula, sino que enseña un conjunto de valores y posiciones morales, las cuales servirán como punto de referencia para los alumnos, proyectándoles lo que se debe alcanzar.

Por otro lado, el Programa de Estudios marca otro punto que se debe abarcar durante el proceso de enseñanza-aprendizaje:

“Las relaciones sociedad-ciencia-tecnología, en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la biología, son un buen modelo de cómo una disciplina científica puede llegar a modificar los diferentes ámbitos del quehacer social; lo que permite fomentar en el alumno una actitud reflexiva acerca de cómo su actividad personal y social repercute en el manejo y cuidado del ambiente, además de propiciar una actitud ética ante el avance del conocimiento científico y la tecnología...Este eje, además, promueve en los alumnos actitudes y valores que favorecen el estudio y la solución de problemas y necesidades de salud personal y supervivencia global desde una perspectiva científica y social, la emisión de opiniones fundamentadas, así como la toma de decisiones informadas y acciones responsables ante la problemática actual relacionada con esta disciplina (Programas de Estudios de Biología IV, 2004, p. 23).

De acuerdo con lo anterior, durante la enseñanza del contenido científico, el CCH establece una educación que se conoce actualmente como “Educación CTS” (ciencia-tecnología-sociedad). Este movimiento se caracteriza por mostrar que la ciencia y la tecnología son accesibles e importantes para los ciudadanos y busca propiciar, entre otras cosas, el aprendizaje social de la participación pública en las decisiones tecnocientíficas. Shamos, (1993) considera que una premisa básica del movimiento CTS es que, al hacer más pertinente la ciencia para la vida cotidiana de los estudiantes, éstos pueden motivarse, interesarse más por el tema y trabajar con más ahínco para dominarlo. Otro argumento a favor es que, al darle relevancia social a la enseñanza de las ciencias, se contribuye a formar buenos ciudadanos; es decir, al concientizar a los estudiantes de los problemas sociales basados en la ciencia, éstos se interesarán más por ella.

De tal modo que durante la enseñanza de la ciencia dentro del CCH, se acentúa aún más la función del docente como reproductor de valores y actitudes, que le permitirán al alumno reflexionar y opinar acerca de los temas científicos. Por otro lado, se hace énfasis en el lado práctico de la ciencia, de sus aplicaciones y beneficios y de la forma en que éstos impactan en la vida de las sociedades.

De esta manera, el CCH marca la pauta del ¿qué?, ¿para qué? y ¿por qué? de la enseñanza. Sin embargo, poco o nada se puede lograr en términos educativos sin la reflexión que haga el docente sobre esas interrogantes, lo cual resulta imprescindible para que se alcancen los objetivos educativos señalados.

Ahora bien, a continuación se presenta el análisis de las opiniones que los maestros expresaron cuando se les preguntó, cuál era la importancia de enseñar el tema de *adaptación biológica* para la formación del estudiante.

El profesor Luis relata lo siguiente:

“Yo creo que como muchos otros conceptos evolutivos, el concepto de adaptación es parte integral de un concepto genérico, global de la evolución, y saber la cuestión de la evolución desde Darwin mismo implica cómo se ve uno como parte del género humano, qué comparte con otros sistemas biológicos en el planeta, esa percepción es importante porque entonces eso nos lleva también a cómo nos concebimos dentro del entorno, dentro del ambiente que tiene que ver con cuestiones de ecología, entonces la adaptación como concepto integral, importante dentro de la evolución, no sé, yo no podría saber que un ser humano es culto biológicamente hablando, si tiene un concepto evolutivo de cambio al que le falta la adaptación...” (151008, p. 9).

Podemos señalar, que la importancia de enseñarle al alumno el contenido biológico, recae en poner a disposición de éste, una herramienta conceptual para entender un proceso integral de la evolución, es decir, permitirle al alumno utilizar al término *adaptación biológica* como un concepto inclusor, a través del cual podrá entender el fenómeno evolutivo de manera más amplia. Por otro lado, también podemos mencionar, que se busca promover actitudes de crítica y reflexión que le permitan al estudiante entender los fenómenos naturales que ocurren a su alrededor y, de esta manera, reconocerse como parte de ellos.

Mediante su discurso, el docente plasma la noción de legitimación social que le otorga al estudiante el poseer dicho conocimiento: *“...entonces la adaptación como concepto integral, importante dentro de la evolución, no sé, yo no podría saber que un ser humano es culto biológicamente hablando, si tiene un concepto evolutivo de cambio al que le falta la adaptación...”*, es decir, que al hacer poseedor al alumno de dicho conocimiento, es un medio que valida su *status* como estudiante dentro de la institución educativa (Gimeno, 1989).

En este sentido el maestro Gerardo comenta:

“La verdad ahorita que me hacen la pregunta nunca había reflexionado en ello, ¿Cómo impacta esto en su formación disciplinaria? Por decirlo de alguna manera, o en su formación en cuanto a la disciplina, pero yo creo que en el aspecto formativo es más bien que el conozca el concepto para después explicar por qué las cosas, no sé, más adelante tenga los elementos para explicarse por qué ocurren las cosas, más allá de tener de memoria el concepto en la cabeza...” (291008, p. 9).

Para el profesor, el valor de la enseñanza del contenido biológico radica en contribuir en la formación intelectual de los estudiantes, a través de dotar a éstos de los instrumentos necesarios para que por sí mismos puedan acceder a las diferentes fuentes de información y, de esta manera, poder entender e interpretar mejor el entorno que los rodea, es decir, formar sujetos autónomos de su propio aprendizaje. Lo anterior contrasta con la visión tradicionalista de la enseñanza, en donde se privilegian la mera transmisión

de conocimientos de tipo memorístico, que si bien son esenciales en algunos casos como punto de partida para aprender contenidos más complejos, no contribuyen de manera significativa en la formación como un todo del sujeto.

El maestro Gerardo continúa con su explicación:

“...entonces yo creo que no solamente en el caso del tema de adaptación, yo pienso que todo el bachillerato es formativo, o sea los elementos que aquí se les proporciona a los alumnos van a impactar para toda su vida y por eso las actividades que yo diseño para ellos, pues van un poquito enfocadas para eso, más que nada que apliquen lo poco o mucho que hayan aprendido” (291008, p. 9).

Con base en lo anterior, se puede afirmar que la enseñanza de contenidos científicos por parte de este profesor se enfoca a generar situaciones para que el alumno experimente la utilidad del conocimiento que aprende, es decir, que el propio estudiante encuentre un sentido, un por qué de lo que está aprendiendo, y de esta manera se contribuya en la formación de la personalidad del sujeto.

Para el profesor Raúl la importancia recae en:

“Por lo general nosotros sabemos que muchos de estos muchachos no van a volver a saber nada de lo que es ciencia. ¿Cuántos crees que vayan a química o [a] ciencias? Mínimo uno o dos, es la última oportunidad que tenemos de que les podemos hablar de algo que pensamos nosotros es importante, que no solamente es el conocimiento de lo que es la ciencia, sus formas, como parte de su propio legado, sino que pueden vincular la cuestión ambiental con su propia forma de ver el mundo...” (290109, p. 6).

El discurso del docente se circunscribe hacia una noción de utilidad del contenido científico enseñado. Es a través de la enseñanza de la ciencia en las escuelas de educación media superior, como se le forma al alumno en una cultura científica básica, es decir, de los elementos que, según la creencia colectiva, son necesarios para una integración a la sociedad del sujeto, los cuales le permitirán entender la realidad. En este sentido, podríamos decir que la enseñanza no se restringe únicamente a la acumulación e incremento del capital cultural, sino que por encima de esto, se plantea transformar y moldear el pensamiento del estudiante hacia actitudes críticas y reflexivas.

Por otro lado, es importante destacar la noción de “exigencia” que resalta el docente al mencionar: “...y entonces es esa la gran última oportunidad, por eso es importante agarrarlos, engancharlos lo más que puedas”, esta noción de exigencia, compromete al docente hacia una reflexión acerca de la importancia de la enseñanza de las ciencias en la educación media superior, de tal manera, que adquiere la responsabilidad de enseñar contenidos y formar a través de ellos. Busca, también, homogenizar el conocimiento científico en todos los estudiantes de este nivel educativo, para que todos posean, en la medida de lo posible, la misma cultura científica.

Una perspectiva diferente apreciamos en el discurso del profesor Mauricio:

“Bueno, para la formación en cuestión de evolución se me hace muy importante, se me hace muy importante, en la parte procedimental puedes hacer actividades donde puedan desarrollar otras habilidades, como manipular, como observar, saber anotar los datos, saber interpretar la información, depende de la actividad, si es en el caso de los videos, en algunos ya tienen más desarrollada la capacidad visual, de análisis de las imágenes y pueden interpretar las imágenes y extrapolar la información” (230109, p. 6).

Aquí, la trascendencia de enseñar contenidos de tipo científico se concibe por medio de una noción de enseñanza en la cual el docente produce una serie de actividades para que el alumno adquiera, desarrolle, aprenda habilidades intelectuales, pero sobre todo motoras, que le serán de utilidad para aprender de manera autónoma y le permitan analizar la realidad de manera crítica. Así, el interés de que el alumno aprenda el conocimiento científico pasa a segundo plano, ya que es más importante que aprenda a hacer, a manipular, para que posteriormente pueda aplicarlo en otros ámbitos de su vida cotidiana.

Para otro grupo de profesores, la importancia recae en una noción de cultura básica o cultura general, como se aprecia en el discurso de la maestra Lorena:

“Como cultura general. Yo siempre les he insistido a los jóvenes que están en un periodo de aprendizaje. Precisamente es un bachillerato propedéutico y de cultura general que lo distingue de los demás bachilleratos que hay, entonces probablemente si no van a ser biólogos van a ser individuos y por lo menos que cuando lean o salga algo en las noticias sean críticos, porque finalmente pues es el compromiso que nosotros tenemos como profesores de bachillerato, tener esa misión, o sea no hacerlos especialistas en evolución o en adaptación, pero sí tener claridad que son alumnos egresados de este bachillerato y se van a incorporar a una licenciatura, pero que lleven una cultura general...” (081008, p. 10).

Este punto de vista propedéutico (que no es propio de la docente, sino que se encuentra explícito en el Programa de Estudios de la materia de Biología), alude al hecho de que la enseñanza de las ciencias anterior a la institución universitaria debe destinarse a los conceptos científicos esenciales para los estudios superiores. Es decir, lo que se persigue es instruir a los estudiantes en los conceptos y aplicaciones de los paradigmas científicos bien establecidos, con la finalidad de que puedan incorporarse lo mejor posible a una carrera científica. Lo anterior supone que el alumno que decide cursar materias científicas (Química, Física, Biología) es porque quiere estudiar una profesión afín a éstas, sin embargo, en la práctica no siempre es así, un porcentaje considerable de alumnos elige la asignatura de Biología principalmente porque la consideran más fácil de aprobar, en comparación con Química o Física.

José Antonio Acevedo (2004) hace una crítica a los modelos educativos que únicamente tienen esta visión propedéutica de la enseñanza de las ciencias, al mencionar que la finalidad (propedéutica) de la enseñanza científica es claramente elitista y no responde a otras necesidades personales y sociales, pues está dirigida a porcentajes de estudiantes que representan una minoría, es decir, la inmensa mayoría de los alumnos no siguen carreras científicas en la universidad.

Por otro lado, la maestra alude a otra finalidad de la enseñanza científica: la ciencia útil para la vida cotidiana: *“...entonces probablemente si no van a ser biólogos van a ser individuos y por lo menos que cuando lean o salga algo en las noticias sean críticos...”*, Bajo esta perspectiva, el transmitir conocimientos científicos se ubica dentro de una formación más general y menos especializada, de tal manera que el alumnado que egrese de este bachillerato poseerá las habilidades para poder resolver algunos problemas cotidianos e identificar cuestiones clave relacionadas con la ciencia.

Una opinión similar tiene la profesora Ximena:

“Desde mi punto de vista, demasiada, de hecho cada uno de los temas no es ni uno más importante ni menos importante, en el caso que me estás preguntando para adaptación es como te lo comentaba al inicio, el alumno debe de estar o debe de tener como le dicen, debe de tener una cultura biológica básica y dentro de eso involucra el proceso de adaptación...” (251008, p. 7).

Si bien es cierto que no se busca formar especialistas en la materia, es decir biólogos, como lo menciona la maestra Lorena, para la profesora Ximena es importante que el alumno conozca los conocimientos fundamentales que le dan una identidad como ciencia a la Biología. La evolución es uno de esos conocimientos, y dado que, desde mi punto de vista, el Programa de Estudios de Biología IV se articula a partir de lo propuesto por la Teoría Sintética de la evolución, la comprensión del concepto de *adaptación biológica* se vuelve de suma importancia para que el alumno aprenda de manera significativa el proceso evolutivo de manera global.

Otro hecho importante, es el que alude la maestra Lorena cuando menciona: *“... que maneje todo el concepto de adaptación, pero sí el concepto correcto, o sea no podemos tampoco engañar a nuestros estudiantes, o engañarnos”*. Por tanto, el profesor es el representante legítimo socialmente del conocimiento que enseña, es él quien le da validez a lo que se imparte por medio de la enseñanza veraz y apegada al conocimiento científico. En este sentido, el contenido escolar posee una característica que lo diferencia del contenido específico de la disciplina: es un contenido a transmitir.

La profesora Ximena prosigue con su relato:

“...cuando el alumno lo tiene, lo almacena deja a un lado esas explicaciones poco científicas dándole más prioridad a lo científico y entonces él va a poder, no sólo explicar por sí mismo el hecho de que las hojas estén o sean verdes por

poner un ejemplo, sino que también va a poder explicarlo a sus compañeros, a sus padres incluso” (251008, p. 7).

El discurso de la maestra apunta hacia el concepto de “cambio conceptual”, conocido dentro de la corriente psicopedagógica, el cual postula que si se desea que el alumno se apropie de las teorías y modelos científicos, es necesario que modifiquen esencialmente sus interpretaciones de sentido común por las explicaciones científicas. Lo anterior supone que la importancia de que el alumno aprenda conceptos tales como el de *adaptación biológica*, es precisamente para que pueda ampliar su interpretación del mundo a través de la comprensión más objetiva de los fenómenos naturales.

Una visión que comparte el profesor Arturo:

“Bueno yo pienso que al igual que todos los temas de Biología IV no es más que parte de su cultura básica y tener una visión desde la vida, tener una visión del mundo, que forman parte de la naturaleza o ve como la realidad se visualiza, cómo se desarrolla, y la adaptación como parte de un proceso evolutivo, y que vean ese contexto. Que ellos vean a la evolución como la parte más importante de la biología y a la adaptación como consecuencia de la evolución y vaya básicamente la visión que ellos tienen de la vida, por eso es importante” (280109, p. 3).

Por su parte la maestra Lucía comenta:

“Pues lo podríamos ver, a lo mejor, desde el punto de vista médico, con eso de que de repente ya las bacterias son resistentes y se lo pasan y ya están adaptadas a los antibióticos, podría ser a lo mejor algo así, y también con lo que estamos viendo del cambio climático y en general todo el deterioro ambiental que se ha causado y que ellos vean el hecho de que un organismo se adapte no es cosa de días o de años, sino de todo un proceso evolutivo, entonces finalmente, como que les cree una conciencia que si ellos no cuidan su ambiente no va a dar tiempo de que las poblaciones se adapten al cambio y entonces va a venir una extinción o algo por el estilo, pues no sé, no se me ocurre otra cosa” (181108, p. 4).

La importancia sugerida por la profesora se podría enmarcar dentro de la corriente de la Educación CTS. Se visualiza, por un lado, una aplicación del conocimiento científico a problemas de índole social, tales como el de la salud pública. Esto podría generar un panorama más “amable” para el alumno durante el aprendizaje de la ciencia, contribuyendo así a formar ciudadanos que se interesen en aspectos científicos para el beneficio de la sociedad.

Por otro lado, la maestra por medio de la frase: “...que les cree una conciencia...”, denota una importancia del contenido, arraigada en la formación de ciudadanos capaces de analizar y reflexionar problemas de naturaleza científica, con la intención de que tomen posturas responsables para el cuidado, tanto de su individualidad, como de su vida en sociedad.

Como vemos, gran parte de los docentes entrevistados son conscientes de que la importancia de enseñar ciencia en el CCH no se circunscribe únicamente a enseñar conocimientos propios de la Biología, sino que a través de ellos, se contribuye a formar ciudadanos que puedan integrarse a la sociedad, en otras palabras: educar y socializar. De este modo, el papel de la docencia como acto reflexivo y metodológico cobra su más importante sentido, ya que trasciende las fronteras del conocimiento enciclopédico, y se transforma en acto forjador de personalidades.

4.5.3 “...todo mundo entiende lo que es una adaptación...”

Parte importante para lograr el éxito en la enseñanza de un tema, reside en reflexionar acerca del grado de dificultad que podría representar para los alumnos la apropiación de éste. El resultado de dicha reflexión se verá plasmado en la forma en que los docentes diseñan e implementan acciones, para generar diferentes situaciones de aprendizaje que faciliten la apropiación de los contenidos en los estudiantes. De tal forma, que el pensar si un tema es difícil o fácil, forma parte de un trabajo metodológico necesario, que el docente debe llevar a cabo, si lo que se busca es apoyar el aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, la *adaptación biológica*, representa uno de los conceptos claves para entender el proceso de evolución por selección natural, pero también, uno de los más complicados para su aprendizaje, esto suscitado por múltiples factores. En secciones anteriores, he mencionado algunos de estos aspectos que enfrentan, tanto el profesor, como el alumno en el momento de abordar el estudio de la *adaptación biológica*.

Por tanto, en el presente apartado se realiza un análisis de las opiniones de los profesores, con respecto a si consideran que el tema de *adaptación biológica* es de difícil aprendizaje para los alumnos.

El profesor Luis señala lo siguiente:

“Creo que es complejo y a lo mejor eso no te dice gran cosa pero, yo aclaro porque. Mira, si nosotros diéramos a la adaptación simplemente como la consecuencia de la evolución a lo mejor podríamos tener un aprendizaje más o menos bueno, los alumnos podrían entender eso, podrían entender que las hojas de un árbol están dispuestas de una manera porque han ocurrido procesos de adaptación así, yo creo que eso no es tan complicado” (151008, p. 5).

En este primer señalamiento, el maestro refiere que la dificultad reside en el enfoque²⁰ que se le pueda dar durante la enseñanza al tema de *adaptación biológica*. Para él, si se enseñara la *adaptación biológica* como el producto, es decir, como característica adaptativa, se lograría un mejor aprendizaje en comparación de si se tratara a ésta como un proceso. Sin embargo, bajo esta visión, el aprendizaje del mundo natural connotaría una visión estática de éste, y la explicación únicamente se quedaría en un nivel descriptivo.

El profesor continúa con su explicación:

“...el asunto es que dentro de la misma disciplina el mismo concepto de adaptación es controversial y sino controversial por lo menos lo podríamos ver como de diferentes niveles de apreciación, no sé si me explique, pero en una visión podemos ver la adaptación como algo terminado, como un producto y en otro momento lo vamos a ver como un proceso que está continuo, permanente y eso tiene sus diferencias y dentro de lo disciplinar eso es objeto de estudio, de diferencias de opinión incluso, entonces si eso está en los círculos donde se desarrolla la disciplina pues, también va a repercutir al nivel de la enseñanza y del aprendizaje de los alumnos...” (151008, p. 5).

Luis relaciona la dificultad de aprender este tema con una polémica que existe dentro de la misma disciplina de la Biología. Esta discusión gira en torno a la manera en cómo visualizar la *adaptación biológica*; cómo proceso o cómo característica. Por otro lado, dentro de los trabajos de investigación de la disciplina, y en los mismos libros de texto especializados, existe una gran ambigüedad cuando se habla de *adaptación biológica*, es decir, durante las explicaciones de éstos, lo mismo hacen referencia al proceso como a la característica, sin distinguirlos uno de otro.

También para el profesor Luis la dificultad reside en otro aspecto:

“...esta pregunta que tú me haces depende del propio docente, si el docente tiene una concepción de adaptación y esa la hace ver, la transmite y la trabaja con los alumnos esa es la que se les puede quedar y a lo mejor no es tan grave, pero ¿de qué depende?, de cómo está la concepción del profesor” (151008, p. 5).

Desde esta visión, la dificultad del aprendizaje se enmarca desde la perspectiva que tenga el docente del proceso adaptativo, ya que de ésta dependerá el cómo lo enseñe. De tal manera, que el concepto de *adaptación biológica* en sí mismo no representa mayor complicación, sino el dominio que tenga el profesor en cuanto a lo biológico. De tal forma, podemos mencionar, que el aspecto biográfico en cuanto a los procesos de formación

²⁰ El enfoque es una manera de tratar un tema para organizarlo y darle coherencia como cuerpo de conocimientos, es decir, es la perspectiva desde la cual se estructuran los contenidos y se propone la metodología para que los alumnos, en su autonomía de aprendizaje, se apropien de conocimientos racionalmente fundados en conceptos, habilidades, actitudes y valores que formarán parte de su cultura básica.

disciplinaria que haya llevado el docente determinará en cierta medida la enseñanza de éste.

Es importante mencionar, que el programa de Biología IV marca la pauta del enfoque que se le debe de imprimir a los temas. Sin embargo, los docentes son los que se vuelven intérpretes de los programas indicativos a través de la carga cultural disciplinaria que posean.

Para los profesores Raúl y Mauricio, el aprendizaje de esta temática también es de un alto grado de dificultad, pero por otras razones, veamos:

“Mira, yo en especial modifiqué parte de eso, porque el tema de adaptación es muy delicado, no es fácil abordarlo, con cualquier cosita das unos derrapones tremendos, entonces yo lo que prefiero antes que nada trabajarlo muy reduccionistamente, empiezo lo que viene siendo el gen en sí mismo, para trabajarlo con detalle, veo las fuentes de la variabilidad tales como recombinación meiótica y la mutación para posteriormente aterrizar en selección. En selección tú sabes que todos los chavos tienen un pie en la edad antigua o en la edad media, su física es aristotélica, en biología muchos de sus conceptos o preconceptos como quieras tú llamarlo, parten antes de Lamarck, entonces si los pasas directamente a adaptación, igual tienes el problema que anden unos resbalones tremebundos y entonces te recitan lo que tú quieres oír, pero no los mueves de eso, entonces es por eso es que hasta la última parte dejo el peliagudo problema de adaptación...” (290109, p. 4).

Esta narración, alude a tres hechos en particular que se entrelazan en el momento de abordar la enseñanza del tema. En primer lugar, un reconocimiento de la dificultad que implica en sí mismo el concepto.

En segundo término, la necesidad de que el alumno primero conozca acerca de los mecanismos que proveen la materia prima para que actúe la selección natural, es decir, las fuentes de variación genética, *...empiezo lo que viene siendo el gen en sí mismo, para trabajarlo con detalle, veo las fuentes de la variabilidad tales como recombinación meiotica y la mutación para posteriormente aterrizar en selección...* Como ya se mencionó en el capítulo anterior, no se puede estudiar de manera adecuada selección natural sin variación genética, si se pretende que el alumno se logre apropiarse de lo que implica el proceso de *adaptación biológica*.

Finalmente, Raúl menciona la importancia de conocer y retomar las ideas previas de los alumnos, es decir, las nociones que los estudiantes poseen de algún tema en particular, (ideas previas que se han ido adquiriendo en la vida cotidiana, fuera del campo científico, a través de la experiencia), antes de abordar el tema de *adaptación biológica*, ya que éstas suelen representar un obstáculo para el aprendizaje, principalmente para tópicos evolutivos, debido a que presentan una gran resistencia al cambio por los conceptos

científicos que se les enseñan y que en algunos casos persisten a largos años de instrucción científica (Pozo y Gómez, 1998).

Por su parte el profesor Mauricio expresa lo siguiente:

“Pues mira, todo lo de evolución, desde mi punto de vista, es complicado para ellos, pero uno trata de darles ejemplos con lecturas, con videos de lo que es selección natural y como consecuencia de la selección natural se puede dar la adaptación o la no adaptación y la extinción del organismo, entonces mucho de lo que se ve de esto, se le trata de aplicar a su vida diaria...” (230109, p. 5).

Podríamos mencionar que la dificultad detectada por el maestro, radica en la descontextualización de los temas que se imparten a los alumnos. Algunas teorías actuales de la psicología del aprendizaje mencionan la importancia de relacionar los contenidos académicos con las experiencias que el alumno vive día con día, ya que a través de esto, los estudiantes le encuentran, mejor dicho, le dan un sentido al conocimiento, lo pueden aplicar en su vida cotidiana, hecho al que se le ha llamado aprendizaje significativo. De esta manera, Mauricio hace referencia, precisamente, a esa ruptura entre lo que se enseña y su posible utilidad en la realidad del sujeto.

La profesora Lucía por su parte, afirma:

“La dificultad radica en que ellos creen que los organismos se adaptan y luego evolucionan, o los que están adaptados son los que sobreviven y no ven a la adaptación como una consecuencia del proceso evolutivo, o sea como que creen que es el antes y no el después” (181108, p. 3).

En este relato, se aprecia que son los alumnos y las preconcepciones que poseen acerca del tema la principal barrera para aprender la *adaptación biológica*. Ideas que aluden a los principios lamarckianos *...ellos creen que los organismos se adaptan y luego evolucionan...* Los principios “lamarckistas”²¹ explican que los organismos por fuerzas internas (deseos) se adaptan a las necesidades que el ambiente cambiante les impone, lo hacen a través de el desarrollo de alguna característica que les permita sobrevivir a ese medio, heredando dicho rasgo a su descendencia, esto último, conocido como herencia de los caracteres adquiridos. Vemos pues, como se relega la dificultad a los alumnos, es decir, son *...ellos...* quienes representan la dificultad y no el propio concepto o las formas de transmitir dicho conocimiento.

²¹ Pongo entre comillas lamarckistas, porque suele “satanizarse” las ideas de Lamarck, debido a lo erróneas que resultan hoy en día para entender la evolución orgánica, sin embargo, es importante reconocer, que es el primer científico en proponer una teoría coherente que explica el cambio de los organismos a través del tiempo. Por otro lado, la idea de la herencia de los caracteres adquiridos no era especialmente importante en la propia teoría de Lamarck ni tampoco es una idea propia de él, ya que en ese momento de la historia, era la manera más adecuada para explicar los fenómenos de la herencia, de tal manera, que todos los científicos contemporáneos a Lamarck la aceptaban. Sin embargo, la herencia de caracteres adquiridos ha sido generalmente llamada lamarckismo y se puede seguir convenientemente el uso “normal” de éste, fuera de la discusión histórica (Ridley, 2007).

La profesora prosigue con su relato:

“Pero no considero que sea un aprendizaje como muy complicado. Además porque tienen más conocimientos, más ideas previas, más de adaptación que de deriva génica...” (AN181108, p. 3).

¿Qué ideas previas tienen los alumnos sobre adaptación?...

“...pues la del hombre del pulgar opuesto, en algún momento en historia o en las Biologías anteriores, que el tener el pulgar opuesto en el hombre es una adaptación que le ayudó en su evolución. Los osos polares, te dicen: “tienen mucho tejido graso y eso los aísla del frío”. Las cactáceas que tienen las espinas que además de protegerse evitan la transpiración. Son algunos ejemplos que tienen ya de las Biologías anteriores o de la tele” (AN181108, p. 3).

Si bien es cierto que la maestra, en un primer momento, ubica la dificultad del aprendizaje en las ideas “erróneas” que trae consigo el alumno, a través de *...no considero que sea un aprendizaje como muy complicado... porque tienen más conocimientos, más ideas previas, más de adaptación que de deriva génica...”,* la profesora valida la importancia de estos conocimientos que el alumno ya posee, como una herramienta conceptual que les permitirá acceder de manera más sencilla al concepto de *adaptación biológica*.

Por otro lado, al enunciar ejemplos de las ideas que tienen los estudiantes (en el apartado de estrategias docentes, se efectúa un análisis más detallado de los ejemplos empleados por los profesores), define la *adaptación biológica* únicamente como característica o rasgo.

Para la maestra Lorena la dificultad del concepto radica en lo siguiente:

“Mira el tema de adaptación pareciera que es muy sencillo, pero bueno, según mi experiencia tiene que ver con la claridad que el chavo tenga sobre la evolución, entonces yo he pensado que bueno si no se avanza con el concepto de evolución, pues de qué sirve que nada más se describa como concepto la adaptación, cuando sabemos que eso no puede ser abordado como un concepto...” (081008, p. 8).

Como podemos apreciar, el aprendizaje del concepto de *adaptación biológica*, se vuelve dependiente del conocimiento que posean los alumnos acerca del proceso evolutivo, es decir, el término evolución se vuelve un concepto inclusor²². Lorena prosigue con su relato:

“...entonces adaptación es un tema, más bien es un subtema que sí tiene sus problemas para dárselos a los jóvenes en este caso de sexto semestre, sí es un

²² Con inclusor me refiero a que el concepto asimila a otros más específicos, es decir, las relaciones jerárquicas que se establecen entre los diferentes conceptos, en este caso términos de corte evolutivo estarán determinadas por el concepto inclusor, facilitando el aprendizaje de éstos.

concepto que hay que trabajarlo, que además muchas de las situaciones son muy abstractas.”

En esta segunda aseveración de la maestra Lorena, se atribuye la complejidad del término en cuanto tal, es decir, por medio del uso del término “abstracto”, se hace referencia a una serie de procedimientos mentales, mediante los que el sujeto trata de captar un aspecto de cualquier objeto sensible o inteligible, aislándolo de otros que forman parte del mismo.

Los siguientes profesores, a diferencia de los anteriores, perciben que no hay dificultad para el aprendizaje de la *adaptación biológica*. Al respecto el docente Arturo comenta:

“No, no lo creo. Porque, pues vaya, creo que todo mundo entiende lo que es una adaptación y además hay una serie de ejemplos que tú puedes manejar, parte nada más de que la adaptación es consecuencia de la selección natural, entonces cuando ya viste selección natural, entonces los ejemplos que tú les pones de selección natural con las variedades de adaptación, yo creo que todo mundo lo entiende. Sí, no he visto ningún problema en adaptación” (280109, p. 2).

Así, la facilidad con que el profesor describe el aprendizaje del contenido, recae en tomar en cuenta las preconcepciones de los estudiantes, y a través de la enseñanza reforzarlas, de tal manera que se efectuó una conexión entre éstas y la noción de selección natural. Es decir, no se busca una reflexión en los alumnos, que les permita diferenciar los conocimientos cotidianos de los hechos científicos. Además, si todo el mundo lo entiende, ¿para qué enseñarlo?

He mencionado que actualmente existe cierta tendencia en identificar como una de las principales dificultades para que el alumno se apropie de los conceptos científicos, en especial de los evolutivos, el logro del cambio conceptual. En otras palabras, en poder efectuar un cambio en las ideas o creencias que el sujeto ha adquirido en su vida cotidiana, es decir, sus preconcepciones, por ideas más acordes con el conocimiento científico. Sin embargo, independientemente de la naturaleza de las dificultades para el aprendizaje de los conceptos evolutivos, la labor didáctica tendría que estar enfocada, precisamente, a establecer un campo de intervención docente para lograr introducir al estudiante, cada vez más, en el campo de significaciones científicas.

Veamos lo que menciona el profesor Gerardo:

“Yo no lo veo complicado, yo no lo veo difícil para ellos, yo, en lo particular, y sí lo considero así, ninguno de los aprendizajes que están en los programas son complicados o difíciles, yo lo que pienso es que más bien aquí está o tiene mucho que ver la experiencia que tenga uno como maestro y qué interpretación está haciendo uno, de cada uno de los aprendizajes, si uno hace una mala interpretación de los aprendizajes o se puede ir uno a un nivel de mucha mayor profundidad o bien quedarse en un nivel muy superficial, y en ese aspecto yo

pienso que si se hace una buena lectura y una buena actividad para ese aprendizaje, no creo que sea difícil para los alumnos, no le veo donde está la dificultad como para que ellos no lo pudieran lograr” (VI291008, p. 6).

La dificultad o facilidad en el aprendizaje, para todos los temas en general del programa de Biología IV, se circunscribe alrededor de la noción de experiencia. Dependiendo del tiempo en el que un docente lleve ejerciendo la actividad educativa, tendrá mayores o menores posibilidades de facilitarle el aprendizaje al alumno. Así mismo, la habilidad que tenga el docente, para traducir y llevar al terreno operativo el Programa de Estudios, es lo que marcará la pauta para el diseño de mejores actividades mediante las cuales el estudiante aprenda de manera más fácil. Podríamos decir que el acto reflexivo del docente, junto con su experiencia, es lo que determinará el grado de dificultad para el aprendizaje de algún concepto.

De acuerdo con Coll (2002, p. 450), *...el profesor gradúa la dificultad de las tareas y proporciona al alumno los apoyos necesarios para afrontarlas*”. Es decir, el profesor como experto de la disciplina, a través de un acto reflexivo, en el cual se analizan las principales dificultades que podría presentar la enseñanza de un contenido y las necesidades de los estudiantes para apropiarse de dicha temática, establecerá las condiciones bajo las cuales se adentrará a los alumnos en el nuevo conocimiento, hasta ese momento desconocido para ellos. Podríamos decir que es *docente*, quien presenta una temática, un contenido, un concepto de manera fácil o compleja.

En este mismo orden de ideas, la maestra Ximena comenta:

“En cierta parte no, porque a los alumnos les llama muchísimo la atención cuando les presentas todo lo relacionado con organismos macro, o sea a ellos sí les interesa, yo creo que va más en el sentido de la manera en cómo el profesor se los pueda dar, se los pueda ofrecer en el salón de clases. Tiene mucho que ver con nosotros como tal, el tema, y bueno desde mi punto de vista hay mayor interés de los alumnos para ver adaptación que por ejemplo deriva génica. Les llama la atención, por ejemplo, el observar a una jirafa, el quetzal, etc., que uno les explique de alguna manera las características, su forma de hábitat, no lo sé, les llama más la atención al respecto “(DO251008, p. 6).

La profesora Ximena conjuga dos aspectos para explicar el por qué no considera difícil de aprender el tema biológico de adaptación. Vemos en primera instancia que reconoce una habilidad de seducir, de motivar, de involucrar al alumno, que debe estar presente en el docente para transmitir el contenido, *...yo creo que va más en el sentido de la manera en cómo el profesor se los pueda dar, se los pueda ofrecer en el salón de clases...*, sin embargo podemos notar que a partir de lo que la profesora expresa, el acto educativo se enmarca únicamente dentro del salón de clases, es decir, el nuevo conocimiento sólo es válido dentro del aula y no fuera de ella.

Por otro lado, enlaza la habilidad docente arriba descrita, con el propio interés intrínseco de los alumnos por el tema, interés que se traduce en la noción que tienen los alumnos por organismos macro²³, de esta manera, el binomio motivación-interés generado, permitirá que los estudiantes se apropien del contenido de una manera fácil.

Al inicio de este apartado, he mencionado la importancia de la reflexión sistemática por parte de los docentes, acerca de la facilidad o complejidad que puede presentarse en la apropiación de un tema. Así, el análisis de las nociones docentes acerca de la complejidad con que perciben el aprendizaje del concepto de *adaptación biológica*, nos ha permitido conocer que para la mayoría de los profesores la dificultad radica en el propio concepto, ya sea porque va en contra del sentido común o porque es sumamente abstracto.

Otros, lo atribuyen a las propias ideas que traen consigo los estudiantes. Ideas que resultan contrapuestas a lo que significa hablar de *adaptación biológica* en términos evolutivos. Finalmente, para el resto de los maestros, los menos, el concepto en cuanto tal, no presenta mayor o menor complejidad. Es el profesor, a través de su experiencia, de su habilidad de interpretar el Programa de Estudios, de su reflexión constante, quien regula la dificultad a una temática determinada.

Por otro lado, podríamos decir que el conocer estas ideas, nos ha permitido establecer ciertas inferencias acerca de la forma en que los docentes posiblemente estén efectuando la enseñanza de dicho tema.

Para Antonio Bolívar (1995. p. 25; citado en Montero, 2001) el profesor como agente activo, en la situación de clase...se ve obligado a redefinir y traducir los elementos curriculares de acuerdo con sus creencias, teorías implícitas o constructos personales, con los que percibe, filtra e interpreta las demandas del currículum y los acontecimientos del aula. Es decir, el que el maestro perciba un tema, ya sea de manera compleja o sencilla para su aprendizaje, lo llevará a tomar las acciones didácticas correspondientes para uno u otro caso.

4.5.4 Estrategias de Enseñanza para la Adaptación Biológica

El proceso de educar se establece a través del accionar conjunto y constante del docente y del alumno en el cual se produce, principalmente por parte de este último, una apropiación progresiva del contenido que se enseña. En esta apropiación del contenido, la acción del estudiante se describe por un avance constante desde la interpretación difusa

²³ Se entiende por organismos macro o macroscópicos, aquellos que son visibles sin ayuda de instrumentos de microscopía (lupas, microscopios, etc.), es decir, a simple vista (Strickberger, 1996).

de una tarea cognoscitiva hasta la percepción, comprensión y consolidación de un contenido nuevo.

Para que la enseñanza ocurra, dicen, *alguien debe enseñar algo a alguien en algún lugar y tiempo*. Dicho de otra manera, los profesores conocen algo desconocido por otros, presumiblemente los alumnos. Por lo general, suelen transformar sus conocimientos, habilidades, valores o actitudes en representaciones y acciones pedagógicas (digamos, por ejemplo, exposiciones, demostraciones, actuaciones...) con la intención de que lo desconocido se torne conocido, lo todavía no comprendido pueda llegar a serlo y lo que aún no se posee como habilidad pueda ser poseído como tal (Montero, 2001).

Así, es tarea del docente tomar el papel de nexo entre la realidad objetiva existente (conocimiento científico) y la representación que, de ésta, tengan los alumnos (preconcepciones), garantizando la asimilación de conocimientos y el desarrollo de las fuerzas cognoscitivas. En este contexto, en relación a un contenido concreto, el alumno presenta un desfase que lo introduce precisamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por tanto, la labor del docente se encamina principalmente, a posibilitar una serie de experiencias por medio de las cuales el alumno vaya acortando ese desfase que presenta entre lo que sabe y lo que debe aprender. Así, la acción docente, se circunscribe bajo la noción de concebir una planeación didáctica que permita alcanzar los objetivos educativos.

Así pues, la planeación didáctica representa la puesta en marcha de una estrategia de trabajo docente. Las estrategias docentes o de enseñanza constituyen el conjunto de acciones integradas que el profesor hace entrar en juego para facilitar el aprendizaje del alumno, éstas traducen la lógica del contenido y las representaciones intencionales (propósitos y objetivos) a condiciones operativas en el ámbito escolar, por simple que tales estrategias sean. Para ello existe un factor fundamental: la estructura conceptual de la disciplina o del contenido particular de estudio (por unidad, curso, etc.). Es decir, el profesor no puede enseñar lo que quiera, sino lo que está establecido lógicamente en un contenido concreto (Furlán, 1978, p. 24)

Hasta este punto, se han analizado diferentes factores que inciden directamente en la forma de concebir y poner en marcha las estrategias de enseñanza por parte del docente. El hacer consciente o “tangible” el por qué y el cómo se llega a ser docente, conocer las destrezas que debe poseer éste para un óptimo desempeño de su quehacer, el dominio del contenido de la asignatura que se imparte, reflexionar acerca del ¿qué?, ¿por qué? y ¿para qué? de lo que se enseña, así como también, acerca del grado de dificultad que puede representar cierto contenido para que el alumno se apropie de él, son algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta antes de llevar a cabo la planeación y ejecución de las estrategias de enseñanza.

Y es precisamente este aspecto, el accionar docente, *in vivo* por llamarlo de alguna manera, el siguiente punto que se analiza en esta sección: las estrategias de enseñanza que ponen en práctica los docentes para el tema de *adaptación* biológica.

Un aspecto importante para el diseño de las estrategias didácticas consiste en conocer cuáles son los objetivos que desea alcanzar la institución educativa. Así, en el Programa de Estudios de la asignatura de Biología IV, el CCH marca la pauta de lo que se debe de alcanzar por medio de las estrategias de enseñanza:

“...para facilitar la construcción del conocimiento, es importante la utilización de estrategias que promuevan el aprendizaje significativo, es decir, que propicien el proceso a través del cual una nueva información se relaciona de manera sustantiva con los conocimientos previos del alumno” (Programa de Estudios de Biología IV, 2002, p. 2)

El aprendizaje significativo, de acuerdo con Ausubel (1976) reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es sustancialmente significativo para él. De tal manera, que las acciones que lleve a cabo el docente como parte de sus estrategias deberán caracterizarse por relacionar el contenido a aprender, con la realidad que vive el alumno de manera cotidiana, dicho contenido, deberá tener su estructura interna y una secuencia lógica.

Lo anterior supondría dos puntos importantes. Primero, que la estrategia de enseñanza tendrá la potencialidad de involucrar, de motivar al alumno para querer aprender, por medio del planteamiento de situaciones donde el alumno encuentre un sentido, un por qué, de lo que está aprendiendo. Y segundo, que los contenidos que se enseñen por medio de la estrategia sean comprensibles desde la estructura cognitiva del alumno.

Sin embargo, la potencialidad significativa del material se encuentra subordinada en cada individuo a las características de su bagaje cognitivo. De este modo, la planificación didáctica de todo proceso de aprendizaje significativo debe comenzar por conocer la peculiar estructura ideativa y mental del individuo que ha de realizar las tareas de aprendizaje, lo cual representa un problema durante la práctica dentro del aula, ya que la mayoría de las veces, se carece del tiempo necesario para realizar dicha tarea.

Con base en lo anterior, las estrategias a utilizar en el aula, de acuerdo con el Programa de Estudios de Biología IV (2002, p. 4), deben centrarse en los aprendizajes a lograr y se caracterizarán por:

- *Identificar los conocimientos previos de los alumnos para relacionarlos con los que se van a aprender.*

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

De acuerdo con lo mencionado en el Programa de Estudios, las estrategias de enseñanza deben, como punto de partida, diseñarse, concebirse, construirse, alrededor de un objetivo específico, de una meta a alcanzar: sin objetivos es imposible precisar el nivel de complejidad de los contenidos.

Por lo tanto, otro factor alimentador de las estrategias de enseñanza docentes son los objetivos y los propósitos, que dentro del Programa de Estudios de Biología IV, están representados por los aprendizajes que debe alcanzar el alumno. Estos dirigen las acciones en su totalidad. Hay que tomar en cuenta que las estrategias docentes están construidas en el plano de las líneas curriculares. De este modo, habrá de existir coherencia entre los propósitos y objetivos curriculares, los contenidos y la metodología docente.

En cuanto a las características enlistadas que deben cumplir las estrategias de enseñanza, es evidente la tendencia hacia la teoría psicología genético-cognitiva de Ausubel. En los párrafos anteriores ya se ha mencionado el núcleo central de esta teoría, lo que cabe rescatar en este punto, es que si bien el CCH marca la pauta en el diseño de las estrategias de enseñanza, es importante mencionar la visión mecánica que se da de éstas. Es decir, la noción de estrategias de enseñanza se circunscribe más en el plano de aplicar técnicas o “recetas de cocina”: *“agregue estos ingredientes y cocínese”*, ya que la función del docente se reduce a la mera aplicación de éstas, dejando de lado el carácter reflexivo y metodológico de la didáctica.

Por otro lado, la preocupación por indagar el conocimiento que los profesores tienen respecto a sus materias y cómo trasladan este conocimiento al aula, es una preocupación reciente. Podemos recordar que Shulman denominó como *“paradigma perdido”* a la escasa atención que el papel del contenido había recibido en la formación como profesor. El propio Shulman desarrolla una propuesta de categorías de conocimiento que los

profesores necesitarían adquirir. Entre las categorías propuestas sitúa “*el conocimiento del contenido*” propiamente dicho y el “*el conocimiento didáctico del contenido*” (Montero, 2001).

Para Doyle (1990; citado en Tozer, Anderson y Armbruster, 1990) esta capacidad de transformación del contenido es justamente la que distingue a un profesor de un especialista en la materia. Conocer, por ejemplo, la Biología, “*no es suficiente para saber cómo representar esta materia a los alumnos en una aula determinada*”. Cuestión que Hernández y Sancho (1993) reformulan diciendo “*para enseñar no basta con saber la asignatura*”, aunque hay que admitir, que el dominio del contenido sí es la base para una óptima acción didáctica.

De tal forma, que entender cómo los profesores median en el conocimiento que los alumnos aprenden en las instituciones escolares es un factor necesario para que se comprenda mejor por qué los estudiantes difieren en lo que aprenden, las actitudes hacia lo aprendido y hasta la misma distribución social de los que se aprende (Díaz-Barriga, y Hernández, 2002).

A continuación se presentan y analizan las estrategias de enseñanza que emplean los docentes entrevistados, para impartir el tema de *adaptación biológica*. Ante el cuestionamiento de cuáles son las estrategias que toma en cuenta para la enseñanza de la *adaptación biológica*, el profesor Mauricio explica:

“Bueno, pues en general hay varias cosas, primero se da en conjunto con selección natural y extinción para no desligarlos del todo el proceso de evolución, entonces generalmente suelo utilizar una lectura, les dejo una lectura, hago una presentación en power point, hago alguna actividad, que en este caso es lúdica, para ver lo de adaptación y selección natural porque generalmente lo relaciono, y varía de un grupo a otro cual es la cosa que utilizo, por ejemplo, para ver selección natural y adaptación al mismo tiempo hago la actividad lúdica de los palillos y tener diferentes alimentos como gomitas, cacahuates, entonces ellos simulan, en la boca se ponen el objeto y tratan de pinchar las gomitas o los cacahuates o las avellanas, para ver cuál pueden hacer, para ver cuál de los instrumentos que utilizaron como pico es el más adaptado para que tipo de alimento, cual podría sobrevivir y en que condición, entonces se hacen simulaciones que les parecen a ellos divertidas, y además tratan de ver la relación entre selección natural y adaptación, a ver qué animal pudiera adaptarse en un ambiente donde nada más hubiera de los cuatro picos que simulamos podría sobrevivir” (230109, p. 5).

En la estrategia del profesor destaca el uso de las analogías para la enseñanza del tema, ya que por medio de la “*actividad de los palillos*” se da la simulación de un fenómeno biológico. El uso de analogías para la enseñanza de las ciencias, de acuerdo con Glynn y Takahashi (1998), es de gran valía para el aprendizaje significativo, en este sentido, se trata de cumplir con lo que marca el Programa de Estudios. Durante el desarrollo de la

analogía, el docente trata de motivar, de generar un interés por el aprendizaje, ya que como el mismo menciona: *...la actividad lúdica de los palillos... les parecen a ellos divertidas...*, por tanto, el tomar en cuenta las emociones como un elemento para el diseño de estrategias, como marca el propio Ausubel, juega un papel determinante para propiciar de manera más sencilla el aprendizaje significativo.

Sin embargo, se aprecia que durante el empleo de la analogía, el concepto de *adaptación biológica* se acota únicamente a visualizarlo como un producto final: *...en la boca se ponen el objeto y tratan de pinchar las gomitas o los cacahuates o las avellanas, para ver cuál pueden hacer, para ver cuál de los instrumentos que utilizaron como pico es el más adaptado para que tipo de alimento, cuál podría sobrevivir y en que condición...*, es decir, no se muestra el proceso, el conjunto de acontecimientos que conforman el proceso de *adaptación biológica*, ni los elementos necesarios para que ocurra, sino que únicamente se queda en un nivel descriptivo, qué o cuál característica es la más apta para un determinado ambiente. De tal manera, que el concepto de *adaptación biológica* como característica puede estarse aprendiendo de manera significativa, pero se deja de lado el proceso, que es justamente como lo marca el aprendizaje:

- *Explica la adaptación como proceso que influye en la diversidad biológica*
(Programa de estudios de Biología I a IV, 2002, p. 36)

El enseñar la *adaptación biológica* como un proceso, implicaría que dentro de las estrategias de enseñanza se retomaran conceptos tales como: herencia, fuentes de variación genética (mutaciones, recombinación genética, transferencia horizontal de genes, entre otros), tiempo geológico, genotipo y fenotipo, *fitness* biológico, población, entre otros; de tal modo, que las estrategias que se pongan en juego, deberán pasar las fronteras del aprendizaje memorístico, optando por propiciar el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad en los alumnos, es decir, no sólo reconocer ciertas características, sino analizar, interpretar y relacionar diferentes conocimientos para finalmente poder explicar el fenómeno biológico en cuestión. Herramientas cognitivas que no sólo le servirán para aprender conocimientos científicos, sino que también podrá aplicarlas en otros ámbitos fuera de la escuela.

Una de las herramientas didácticas más utilizadas por los docentes para enseñar un concepto son los ejemplos. De tal manera, que al analizar cuáles son los ejemplos que utilizan para un determinado tema, se puede generar un panorama más amplio con respecto a las estrategias de enseñanza que diseñan y ponen en práctica en el aula. Al cuestionarle al maestro Mauricio, cuáles consideraba que son los ejemplos más idóneos para ilustrar la *adaptación biológica* en el salón de clases, esto fue lo que mencionó:

“Los alumnos están acostumbrados a ver el más clásico de Lamarck, que luego retoma Darwin, entonces por ejemplo el de las jirafas, el cuello de las jirafas yo lo

uso también como un antecedente, como lo manejaba Lamarck, qué era lo que proponía Lamarck y luego lo retomo para ver cómo lo maneja Darwin, tenemos imágenes, que con esquemitas y figuritas uno puede ver cuál era la idea de uno y cuál era la idea de otro, entonces eso me permite relacionar dos ideas, la de Lamarck y de Darwin, para explicar un mismo fenómeno” (230109, p. 8).

Mediante el uso de este primer ejemplo, el profesor muestra un contexto histórico-social de la construcción del conocimiento científico, es decir, al comparar dos ideas científicas diferentes promueve la noción de que la ciencia no se construye de manera aislada, sino que los grandes avances científicos logrados por el hombre, se han dado gracias al continuo contraste entre ideas diferentes. De tal manera, que promueve en los estudiantes una visión de la ciencia dinámica e inacabada, sin verdades absolutas. Por otro lado, al comparar las ideas de estos dos grandes científicos del siglo XIX, utilizando sus más comentados ejemplos, el maestro muestra a la *adaptación biológica* como un proceso, lo cual contrasta con la actividad descrita “*de los palillos*”.

El profesor Mauricio continúa con sus ejemplos:

“También les pongo videos para que vean lo de selección natural, por ejemplo utilizo pequeños segmentos del video, uno de Discovery Chanel de los monos, que habla de la evolución de los organismos y luego habla de las características de los monos y habla de los primates, entonces yo se los pongo para que interpreten un mono pequeño que salta de un árbol a otro y luego un animal grande como un orangután ¿por qué no puede saltar de un árbol a otro?, o ¿por qué los humanos no podríamos saltar de un árbol a otro?, entonces qué tiene uno, qué tiene el otro, que les permite a unos esa adaptación al ambiente y a otros no, entonces, para mí esto es muy claro cómo manifiesta las articulaciones, ahí va explicando, las articulaciones, la forma de la pelvis, de la cadera, la extremidades, el peso; por ejemplo los monos pequeños que tienen una cola que les permite, no sólo ser prensil, sino que además les da cierta diversión cuando saltan de un lado a otro y les permiten cierto equilibrio, y nosotros los primates por ejemplo, no tenemos, entonces yo trato que a través de estas imágenes algunos puedan ver el tema, pero si no pueden con eso les dejo lecturas, si no vemos la presentación en porwer point , si no, entonces hacemos otra actividad. Entonces te digo que trato de darles muchas actividades para reforzar con cada una de ellas, con la intención de que si no les cae por un lado, les caiga por otro” (230109, p. 9).

La utilización de videos muestra al estudiante casos concretos que ocurren en la naturaleza del fenómeno que se está estudiando. Lo anterior es importante, ya que por medio del empleo de estas herramientas se trata de mostrar de una manera tangible, observable, conceptos sumamente abstractos para el alumno, como es el proceso de *adaptación biológica*. Sin embargo, el docente ubica la utilización de los videos ...*para que vean lo de selección natural...*, pero conforme avanza con su discurso, lo que denota es una visión orientada hacia un producto final de la selección natural, más de característica adaptativa, que de proceso en sí: ...*como manifiesta las articulaciones, ahí*

va explicando, las articulaciones, la forma de la pelvis, de la cadera, la extremidades, el peso, por ejemplo los monos pequeños que tienen una cola que les permite, no sólo ser prensil, sino que además les da cierta diversión cuando saltan de un lado a otro y les permiten cierto equilibrio... De tal manera que el empleo de estos ejemplos, se queda más en lo descriptivo que en lo explicativo. Pudiera ser que lo que se busque sea más la coherencia lógica que explicar los hechos.

Por último, es importante resaltar que durante el diseño de las estrategias de enseñanza, el profesor toma en cuenta diferentes actividades enfocadas en atender la diversidad de formas en las que pueden aprender los estudiantes. Es decir, reforzar por diferentes medios o métodos, los conceptos que se revisan durante la sesión.

Veamos ahora el discurso del maestro Raúl:

“Híjole, es que me preguntas del tema más difícil del todo el programa. Mira, antes de entrar a adaptación necesito yo mostrarles a los muchachos que de hecho hay una presión de selección, que esa presión se ejerce sobre genotipos y fenotipos, entonces para esto tienes que mostrar cómo se distribuye en una población genotipos y fenotipos, para que vean que no es choro de uno, ya una vez que ubican que hay una distribución de genotipos y de fenotipos y que hay una presión de selección aterrizándolos directamente sobre ellos, entonces sí tienes que hablar de una adaptación muy en concreto” (290109, p. 5).

Hasta este punto, la estrategia del maestro se ubica dentro de una enseñanza en la cual el único actor del proceso de enseñanza-aprendizaje es él. De acuerdo con Ralph Tyler, el aprendizaje ocurre por la conducta activa del que aprende, quien asimila lo que *él mismo hace*, no lo que hace el profesor. De lo anterior, se deriva que las estrategias que se diseñen para la enseñanza de un tema deben centrarse en generar experiencias de aprendizaje para el alumno. Sin embargo, es importante resaltar, que al mencionar *lo que el mismo hace*, no se acota únicamente a aspectos de tipo manual, como falsamente se ha venido creyendo en algunos ámbitos educativos, es decir, el *hacer* se refiere tanto a aspectos de corte motriz, como cognitivos: reflexión, análisis, crítica, entre otros.

De esta forma, el maestro Raúl describe una serie de acciones que él realiza para enseñar el tema de *adaptación biológica*. Y es cierto, hemos mencionado que las estrategias se definen como las actividades integradas que el profesor hace entrar en juego para facilitar el aprendizaje del alumno, pero esto no quiere decir que sea el único que actué durante la aplicación de éstas, sino que, se implique al alumno en dicho actuar.

Ahora bien, mediante el discurso, el profesor hace alusión a la importancia de enseñar lo referente a la variación genética y herencia, antes de pasar a abordar el concepto de *adaptación biológica*. Lo anterior permitirá facilitar el aprendizaje de este concepto, así como también, mostrar un panorama más veraz de lo que implica el proceso de *adaptación biológica*.

El profesor Raúl prosigue con su relato:

Por ejemplo, la estrategia que me sale digamos más económica en cuanto a tiempo, reactivos y tiempo de comprensión es la adaptación que tiene la piel humana ante la radiación ultravioleta, todos aquellos que tiene piel blanca presentamos una serie de manchitas, tú sabes que es un desorden derivado de la radiación ultravioleta y los que tienen piel oscura, tienen menor incidencia o al menos eso es lo que se puede reportar a simple vista, entonces, como consecuencia puedes mostrar que ahí hay una adaptación y que se refiere estrictamente sobre un concepto verificable que es la cuestión del color de la piel que está codificado por un genotipo (290109, p. 5).

Mediante el empleo de esta estrategia, la cual sólo se compone por una actividad (la exposición del profesor), se priva al estudiante de interactuar, de practicar el contenido y la conducta implícitos en el aprendizaje que marca el CCH, en otras palabras, el papel de alumno se limita únicamente como receptor del conocimiento a través de una transmisión mecánica de lo que explica el docente. También, puede apreciarse que mediante el empleo de la estrategia se favorecen los conocimientos de tipo disciplinario, dejando de lado los conocimientos referentes a valores, actitudes y habilidades.

En otro orden de ideas, si bien es cierto que se trata de interesar al alumno por medio de situaciones que ocurren cotidianamente, que conoce y experimenta: *...es la adaptación que tiene la piel humana ante la radiación ultravioleta...* de nueva cuenta se visualiza la *adaptación biológica* como característica final, dejando de lado el análisis del proceso evolutivo. En este sentido, el ejemplo utilizado en su discurso reafirma esta tendencia.

Por otro lado, es importante destacar el factor genético que denota su estrategia, al mencionar: *...la cuestión del color de la piel que está codificado por un genotipo...*, este punto es de suma importancia, ya que uno de los principales factores que determinan que el alumno aprenda el concepto de *adaptación biológica* en términos evolutivos es precisamente que durante la enseñanza de éste se retome el fenómeno de la herencia.

La tendencia de abordar el concepto de *adaptación biológica* como producto final, se encuentra también en otro ejemplo del profesor Raúl:

“Nos toca eso en época de frío e invierno, pues salimos un rato afuera, estamos 8 o 7 de la noche, luego vienen los gélidos del norte, entonces aunque están jóvenes la piel se empieza a poner de gallina y entonces al estar hablando les dices: lo que pasa que esa sensación de “hacer bolita” es una adaptación conductual, porque así al “hacerte bolita” pierdes menos calor, esas titiritas significan que tus músculos entran en contracción y estás generando calor, entonces son ejemplos sencillos, básicos, sobre todo que aterrizan en su propia experiencia, lo que algunos entusiastas, por ahí creo que Ausubel llama el aprendizaje significativo” (290109, p. 8).

Con este ejemplo, el docente pretende establecer un nexo entre el contenido biológico, el cual pertenece a un contexto diferente al que el estudiante desconoce y la vida cotidiana del mismo. De tal manera, que mediante el ejemplo, el alumno pueda experimentar una traslación real del contenido que aprende con lo que vive día con día. Lo anterior permitirá dos puntos importantes, por un lado, se genera en el estudiante un interés o motivación por aprender y, por el otro, se muestra una utilidad, una aplicación de lo que aprende.

La profesora Lucía comenta al respecto:

“Les pongo unas imágenes, les doy una explicación de los tipos de adaptación que existen, hacen una lectura y después lo que te decía, las tareas, que ellos traigan ejemplos y ubiquen cuales son: morfológicas, fisiológicas o etológicas. Incluso el semestre pasado les pedí que hicieran un cartel juntando adaptación y extinción, donde ubicaban ellos que los dos son consecuencia de la selección natural y cuando una población no se adapta pues llega la extinción” (181108, p. 4).

Al igual que en la estrategia del profesor Raúl, se delegan los conocimientos de tipo procedimental, los valores y actitudes, elementos que se deben promover en el alumno, según lo marca el Programa de Estudios de la asignatura, de tal manera, que la enseñanza del contenido biológico únicamente aporta conocimientos de tipo disciplinario. De igual forma, se enseña la *adaptación biológica* como característica y no como proceso. Esto, es importante resaltarlo, ya que pareciera que la *adaptación biológica* se enseña de manera descontextualizada del enfoque evolutivo, a través de la ruptura epistemológica entre adaptación y selección natural, mostrando únicamente descripciones fenotípicas de los organismos. Esto se observa en los ejemplos empleados por la maestra Lucía:

“A mí me gusta el ejemplo de las cactáceas, como han modificado la forma de sus tallos, transformado sus hojas a espinas para las condiciones en las que habitan, finalmente el reducir las hojas a espinas evita la transpiración y el tener esas formas globosas, les permite acumular grandes cantidades de agua para la sequía, al mismo tiempo hay que hablar de una adaptación morfológica explica una adaptación fisiológica, para hablar del metabolismo CAM, que fijan el CO₂ durante la noche, el malato lo guardan para mantener los estomas durante el día, como en Biología III ya revisaron metabolismo CAM entonces ya en Biología IV se acuerdan y ya ven que es una adaptación fisiológica para esas plantas. Una adaptación etológica, el de los perritos de las praderas, es como una de las más comunes, como el perrito les avisa a todos y ya se salva la población de los depredadores. Bueno, les gusta mucho a ellos, los osos polares con su capa de grasa para aislarse. Las flores, bueno en algún sentido las orquídeas cuando tienen colores, o formas u olores, para atraer al polinizador y eso les asegura de alguna manera la polinización y la reproducción” (181108, p. 5).

Tres puntos destacan de estos ejemplos. En primer lugar, un aspecto relacionado con el campo disciplinario. En capítulos anteriores se ha explicado lo propuesto por S. J. Gould con respecto al “Programa Adaptacionista”, el cual refiere a que todos los rasgos

fenotípicos, ya sean morfológicos, fisiológicos o conductuales, de un organismo son vistos como características que surgieron por una evolución gradual guiada por la selección natural, de tal manera que éstas constituyen características adaptativas. Sin embargo, sabemos que no todos los rasgos fenotípicos de un sistema vivo son características adaptativas necesariamente, es decir, no porque cumplan una función determinada en la actualidad, forzosamente surgieron por selección natural (recordemos que uno de los requisitos para considerar que un rasgo fenotípico es adaptativo, es que haya surgido por selección natural, y que además éste aumente el *fitness* biológico del organismo que la posee) y no necesariamente representa una ventaja reproductiva.

De tal manera que, posiblemente mediante el uso de estos ejemplos, la maestra esté transmitiendo esta visión adaptacionista de la evolución a los alumnos durante la enseñanza. En este sentido, es importante remarcar la función docente en cuanto a la continua reflexión y análisis del contenido que se imparte, reflexión que, desde mi punto de vista, tiene que girar alrededor del ¿qué se debe de enseñar?, tomando como referencia el Programa de Estudios de la materia, el avance del conocimiento biológico y los debates generados dentro del mismo campo disciplinario. En otras palabras, el docente está comprometido a explorar, a conocer lo que el Programa de Estudios de una asignatura le indica que se enseñe, los fines que desea alcanzar la institución educativa. Todo ello, con la finalidad de orientar la enseñanza.

En segundo lugar, el uso de lenguaje. Mediante la frase: *...el ejemplo de las cactáceas, como han modificado la forma de sus tallos, transformado sus hojas a espinas para las condiciones en las que habitan...*, se hace alusión a un proceso “lamarckista”. Lo anterior es importante, ya que dentro del gremio docente, suele mencionarse la gran resistencia que presentan los alumnos a cambiar sus visiones “lamarckistas”, por las darwinianas, o neodarwinianas, siendo reafirmadas las primeras principalmente por los medios de comunicación (televisión, cine, revistas, entre otros), sin detenernos a analizar como docentes, que probablemente somos nosotros los primeros en reforzar ideas equívocas a partir del uso de nuestro propio lenguaje.

Por último, al ejemplificar el fenómeno de *adaptación biológica* únicamente como característica, se excluyen los conceptos de variación genética, herencia y tiempo geológico. Estos conceptos son importantes para que el alumno aprenda la *adaptación biológica* en un contexto evolutivo.

Para la profesora Ximena, las estrategias que considera son las siguientes:

“¿Qué estrategias pongo en práctica?, observación de videos, análisis del mismo, ya sea mediante una discusión grupal orientada, con cierta pregunta inicial por ejemplo, ¿qué más?...artículos, revisión de artículos y aparte la exposición del profesor, que en este caso sería lo más general” (251008, p. 7).

La noción que tiene la maestra sobre la estrategia de enseñanza, se ajusta a una concepción que en ocasiones es común en muchos docentes, ya que se describe ésta, no como un conjunto de acciones o actividades que pone en marcha el maestro, si no que cada actividad que se plantea en el aula, por sí misma, es una estrategia. Lo anterior también se encuentra plasmado en el Programa de Estudios de la asignatura, ya que este sugiere las siguientes estrategias²⁴:

- ✚ *El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto al origen de la biodiversidad.*
- ✚ *El profesor diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre el proceso evolutivo como origen de la biodiversidad.*
- ✚ *El profesor utilizará en clase materiales didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar información sobre la temática.*
- ✚ *Los alumnos elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita.*
- ✚ *Los alumnos recopilarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre los aspectos señalados en la temática (Programa de Estudios de Biología I a IV, 2002, p. 36)*

Como podemos ver, la noción que tiene el propio CCH a través del Programa de Estudios, es sumamente similar a la opinión de la maestra, es decir, las actividades, acciones o el mismo material didáctico, son considerados como estrategias. También, es importante resaltar que para el CCH las estrategias de enseñanza no sólo son lo que hace el docente, sino también lo que realiza el alumno. Desde la perspectiva de este trabajo, existe una clara diferencia entre una estrategia de enseñanza y una estrategia de aprendizaje, que es finalmente lo que el alumno ejecuta, ya sea de manera motora o cognitiva, para apropiarse de un contenido.

Esto representa un problema, ya que si se quiere, como lo marca el propio Programa de Estudios, lograr un aprendizaje significativo, es necesario un trabajo metodológico durante la planificación de las estrategias, es decir, un trabajo en el cual se analice el contenido que se imparte, su grado de complejidad para el aprendizaje, la meta que se desea alcanzar, los objetivos y la estructura cognitiva del alumno. Con estos elementos, se podrá planificar una serie de actividades con una secuencia lógica y clara para el estudiante, facilitando el aprendizaje, algo que difícilmente se alcanza mediante el uso de actividades aisladas unas de otras.

²⁴ Sólo se muestran algunos ejemplos de lo que el Programa de Estudios marca como estrategias

Sin embargo, es importante puntualizar que la estrategia de la profesora Ximena, al igual que la de la profesora Lucía, no se centra en una sola actividad, sino que se observa una diversidad de actividades, lo cual podría representar una ventaja durante el aprendizaje del alumno, ya que al generar diferentes experiencias de aprendizaje el impacto podría ser mucho mayor para la formación del alumno. Por otro lado, en cierto sentido se podrían estar generando no sólo aprendizajes conceptuales, sino también procedimentales. Pero, al igual que los maestros anteriores, dejan fuera la enseñanza explícita de valores.

Por otro lado, al preguntarle a la maestra Ximena sobre los ejemplos que considera más idóneos, esto fue lo que mencionó:

“Fíjate que ahorita que me lo dices, bueno, yo creo que está ahí en los ejemplos prácticamente el secreto para dar adaptación y darla de una manera de que pueda ser impactante para los alumnos...” (251008, p. 9).

El empleo de los ejemplos para facilitar la apropiación del concepto en los alumnos se visualiza como la herramienta más óptima durante la enseñanza, jugando un papel central en el diseño de las actividades de la profesora.

Ejemplos con la misma tendencia de mostrar la *adaptación biológica* como rasgo o característica son los siguientes:

“Sinceramente yo en los videos y en algunas actividades que hago, hay características físicas, fisiológicas...Yo utilizo otro ejemplo, un artículo que se llama “Tiktaalik” y es de un registro fósil y entonces ahí comentan, pues, las características tanto fisiológicas, morfológicas, de lo que es la adaptación, pero sin embargo hace una reflexión acerca de...vaya, de la importancia de este organismo, de su representación en el momento que tuvo su apogeo en los mares” (251008, p. 10).

Vemos pues, la tendencia a visualizar la *adaptación biológica* únicamente desde el punto de vista descriptivo, pasando a segundo plano el abordar el proceso de *adaptación biológica* guiado por la selección natural y la acción de las fuentes de variación genética.

Por su parte, el profesor Arturo comenta la estrategia que él lleva a cabo:

“Ah bueno, en primer lugar es una lectura, que ellos lean sobre qué son las adaptaciones y después de eso, esa lectura lleva su cuestionario guía, entonces contestan el cuestionario guía y después ya desarrollas el tema con los alumnos con base en una presentación en power point, donde con imágenes puedes ver los diferentes tipos de adaptación y ya les das todos los ejemplos de eso y al final pues creo que queda claro” (280109, p. 3).

Podemos apreciar una secuencia lógica entre una y otra actividad que plantea el docente. Esto podría representar una ventaja para el estudiante, ya que el orden y claridad que refleje la estrategia durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, posiblemente genere un sentido de seguridad en los estudiantes durante la realización de las actividades, a

través de tener definidos los objetivos que se desean alcanzar, además de que el alumno está consciente de que es lo que se espera que haga durante el ejercicio.

Sin embargo, sólo una acción de las planeadas por el docente es realizada por el alumno: *...que ellos lean sobre que son las adaptaciones y después de eso, esa lectura lleva su cuestionario guía, entonces contestan el cuestionario guía...*, el resto es llevado a cabo por el maestro. Ya hemos mencionado anteriormente la visión que tienen las teorías de condicionamiento sobre el aprendizaje y el papel del docente, en las que se visualiza a este último como un mero transmisor de conocimientos conceptuales y al alumno como un receptor pasivo de datos, es decir, una enseñanza meramente mecánica y descontextualizada.

En otro sentido, la estrategia se centra, en lo que hemos discutido durante esta sección, en la enseñanza de la *adaptación biológica* como rasgos fenotípicos finales, lo cual se reafirma con los ejemplos que describe Arturo:

“Pues los cambios que van sufriendo los organismos para adaptarse al ambiente, cambios más que nada estructurales y cambios también conductuales y básicamente ejemplos sobre eso. Pues, por ejemplo, el oso, porque tiene esa característica, por ejemplo, el color blanco que le permite confundirse con su medio, las garras poderosas para poder atacar a sus presas, o también el caso de la hibernación; los osos polares tienen que hibernar para poder sobrevivir, otro ejemplo también sería lo relacionado con el mimetismo, como para poder sobrevivir tienen que cambiar o tienen que confundirse con su medio para evitar sus depredadores” (280109, p. 4).

El uso del lenguaje sigue implicando las nociones “lamarckistas”: *...para poder sobrevivir tienen que cambiar o tienen que confundirse con su medio para evitar sus depredadores...*, *Pues los cambios que van sufriendo los organismos para adaptarse al ambiente...*; en este sentido, para justificar el valor adaptativo de un rasgo se habla de la *adaptación biológica* en términos de respuestas a un problema impuesto por el ambiente. Cualquier cambio que ocurra en un organismo, ya sea meramente fisiológico, como el regular la temperatura o hibernar, serán visualizados como adaptaciones, siendo que se consideran aclimataciones o adecuaciones.

Para enseñar el tema en cuestión, el maestro Gerardo emplea la siguiente estrategia:

“A ver, entendemos como estrategias a todas las actividades que se desarrollan para esa temática... ¿Qué estrategias tomo en consideración para desarrollar este aprendizaje?, bueno va desde la exposición por parte mía del tema, aquí yo pienso que uno como especialista es el que debe exponer el tema, porque uno es el que conoce la disciplina, ahí uno es el experto, entonces quién mejor que uno para en una exposición...” (291008, p. 7).

Gerardo retoma el papel del docente como el representante legítimo del conocimiento durante el acto de enseñanza. Como ya se ha comentado en secciones anteriores, el

compromiso que adquiere el docente como portador fehaciente del contenido, determinara en gran medida la enseñanza de éste. De tal modo, que el docente a través del grado de dominio del contenido, da garantías de ser un portador veraz que valida a su vez al contenido de enseñanza ante los alumnos. Podríamos afirmar que el dominio del contenido por parte del profesor, se convierte en un punto clave para el desarrollo de la estrategia por parte del maestro Gerardo.

El profesor continúa con su discurso:

“...luego de ahí, pues desarrollar algunas lecturas por parte de los alumnos, en la cual lo que tienen que, bueno además de leer, identificar los conceptos principales y después lo que hacemos, es que hagan un mapa conceptual de la lectura, relacionado con el tema. Posteriormente, hay alguna actividad vivencial, como te comentaba hace un momento, una de cómo se adaptan los organismos al ambiente y, ya para finalizar, pues ya sea de manera grupal, hacemos una conclusión de todas las actividades que se hicieron, para tratar de pues de centrarlos en por qué era importante el concepto de adaptación” (291008, p. 7).

Durante la explicación del docente, podemos apreciar una noción de estrategia que se comparte con la del presente trabajo. Dentro del conjunto de acciones que planifica el profesor, podríamos mencionar que se observa una secuencia lógica y clara entre una y otra actividad. Por otro lado, se plantean actividades de diferente índole, es decir, se promueve que el estudiante desarrolle diferentes habilidades, ya sea identificar y relacionar conceptos clave y análisis de información.

Así mismo, el docente al mencionar: *...Posteriormente hay alguna actividad vivencial...*, busca una conexión entre lo que el alumno está aprendiendo con la vida cotidiana de éste, mediante situaciones donde los estudiantes probablemente estén aplicando los conocimientos que van adquiriendo. De esta manera, se aprecia una claridad en cuanto a lo que implica una estrategia de enseñanza. Claridad, que se traduce en presentar los contenidos de manera lógica al alumnado, teniendo claros los objetivos que se persiguen durante la enseñanza del tema *adaptación biológica*.

El profesor Gerardo también considera un elemento clave durante el desarrollo de su estrategia: *...bueno desde luego aquí también planteamos algunas preguntas generadoras y pues la idea es que al final de la temática, el alumno, los alumnos den respuesta a las preguntas generadoras con todo lo que se vio...* Las preguntas generadoras son consideradas como puntos de partida a partir de los cuales se problematiza a los alumnos respecto a lo que se va a enseñar. Cumplen dos funciones: a) el planteamiento de problemas puede generar cierta motivación e interés en el alumno por aprender la temática; b) permiten conocer las ideas previas de los estudiantes con respecto al fenómeno que se va a estudiar. Este último punto, es catalogado de gran valía principalmente por las teorías constructivistas del aprendizaje, al mencionar que es mucho más fácil de enseñar los conocimientos de índole científica cuando se conocen las

preconcepciones y a partir de ahí empezar un cambio conceptual de los conocimientos científicos.

Otro de los elementos presentes en la estrategia del docente se manifiesta cuando menciona: *...y pues trato de considerar este rollo de las inteligencias y utilizar diferentes actividades como para tratar de, debido a la heterogeneidad que tienen nuestros alumnos, para tratar de que todos tengan la oportunidad de procesar la información y pues de esa manera apropiarse del aprendizaje...* Como hemos mencionado, la función docente se centra en proporcionar experiencias de aprendizaje, en las cuales el alumno interactúa con el conocimiento para una apropiación más eficaz, en este sentido, mientras más diversas sean las experiencias de aprendizaje, mayor apoyo se propiciará para el aprendizaje del alumno. En otras palabras, mediante la frase: *...trato de considerar este rollo de las inteligencias...*, el docente hace referencia a la Teoría de las Inteligencias Múltiples propuesta por Howard Gardner (1983). Según la concepción multidimensional y multifacética de la inteligencia que defiende Gardner, las personas poseen al menos ocho inteligencias o habilidades mentales relativamente independientes que representan modos diferentes de aprender y de representar el conocimiento y la comprensión, las cuales se manifiestan en destrezas y habilidades diferenciadas. Algunos ejemplos son: *Inteligencia lingüística, Inteligencia lógico-matemática, Inteligencia visual-espacial, Inteligencia cinestésico-corporal, Inteligencia naturalista*, entre otros.

De esta manera, podemos suponer que durante el diseño de las estrategias, el docente incluye una serie de actividades, las cuales son heterogéneas, es decir, no sólo se enfoca a actividades escritas de lectura, sino que también emplea el uso de imágenes, sonidos, videos. Lo anterior, con la intención de reforzar el aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, es importante mencionar, que la teoría de las inteligencias múltiples no es un modelo pedagógico o una técnica didáctica, y mucho menos consiste en una estrategia de enseñanza, sino que constituye una manera de entender la inteligencia. De lo anterior se desprende un punto importante, ya que el profesor debe realizar un análisis o reflexión para adecuar los datos teóricos con la realidad áulica.

Finalmente el maestro Gerardo menciona:

“...entonces hay actividades de apertura, de desarrollo y cierre, por lo que me permite en estos tres momentos ir evaluando también a los muchachos” (291008, p. 8).

Aparece un elemento importante que no había sido considerado por los docentes anteriores. El emitir un juicio de valor (evaluar) es un elemento que, como menciona el profesor Gerardo, debe estar presente durante todo el desarrollo de la estrategia de enseñanza. Esto permite tener un control de la manera en como se están cumpliendo los objetivos de aprendizaje propuestos para una sesión, un tema o una unidad completa del Programa de Estudios. También, permite hacer ajustes durante el desarrollo de la

estrategia, conocer problemas que presenten los alumnos para la apropiación del tema e incluso hacer una evaluación del desempeño docente.

Conozcamos los ejemplos que considera el profesor Gerardo como más idóneos:

“Bueno, lo que yo les manejo es, por ejemplo, el caso de las cactáceas, las hojas modificadas en espinas es uno de los ejemplos que retomo con ellos, otro es en cuanto al fototropismo, y pues son de los ejemplos que podemos encontrar incluso aquí en el plantel en las jardineras del plantel, cómo o qué adaptaciones han desarrollado para adaptarse a las condiciones del ambiente, también la cuestión de los hábitos diurnos que tienen algunos organismos, como mecanismos de adaptación, en el aspecto fisiológico, bueno el porqué algunos organismos pueden soportar periodos largos de tiempo sin tomar agua, por qué la urea es más concentrada en esos organismos, entonces son algunos que los considero como ejemplos ilustrativos de lo que es la adaptación, también incluso en algunos, a veces llego a retomar el pelo rizado de algunas tribus africanas, decir la importancia que tiene por qué el pelo rizado, en general son de los que yo llego a manejarles para ejemplificar una característica de la adaptación” (291008, p. 12).

En los ejemplos del profesor detectamos tendencias similares a las de los otros docentes. Se acota la *adaptación biológica* a características finales, ya sean morfológicas, fisiológicas o conductuales. Se confunden los fenómenos de aclimatación o adecuación con el proceso evolutivo y se deja fuera la herencia y variación genética. Se buscan explicaciones del surgimiento de características fenotípicas como respuesta a un cambio climático, dejando ver al proceso con fines teleológicos. Así mismo, se infiere que todo rasgo fenotípico es una característica adaptativa y por ende se buscan explicaciones para entender el surgimiento de ellas.

El uso del lenguaje sigue jugando un factor fundamental para la enseñanza de ideas “lamarckistas”: *...cómo o qué adaptaciones han desarrollado para adaptarse a las condiciones del ambiente...*, que probablemente se estén filtrando de manera inconsciente durante el desarrollo de las clases.

Por otra parte, las estrategias del maestro Luis se componen de otros elementos:

“Bueno principalmente casi todas las estrategias que utilizo, independientemente de los temas tienen una base pedagógica. Entonces te comento el asunto de la base pedagógica y luego te voy describiendo como qué cosas componen las estrategias que empleo. Entonces de manera pedagógica lo primero que hago y a veces no es tan sencillo y a veces ni si quiera lo hago tan puntualmente porque implica tiempo y un montón de rollos, trato de diagnosticar qué rollo con los chavos, qué saben y lo hago de manera muy global...” (151008, p. 6).

Ubicar *“una base pedagógica”* como uno de los elementos que conforman las estrategias diseñadas por Luis, es aludir a principios de enseñanza mediante los cuales el docente puede ejercer mejor su práctica, tomando como punto de referencia, los principios

mediante los cuales los alumnos aprenden. Sin embargo, es importante mencionar que no necesariamente el aprendizaje está condicionado por la enseñanza, es decir, existe una relación enseñanza-aprendizaje, pero no es causal. Lo anterior es sumamente interesante, ya que dentro del “mundo docente”, existe la “creencia” de que mientras más elementos pedagógicos se contemplen para diseñar estrategias de enseñanza, se logrará un mejor aprendizaje, dejando de lado importantes aspectos como el dominio del contenido y la reflexión acerca de lo que persigue la escuela.

Por otro lado, se aprecia en su discurso uno de los elementos que, de acuerdo al CCH, deben conformar a las estrategias de enseñanza: *...trato de diagnosticar qué rollo con los chavos, qué saben y lo hago de manera muy global...*, El efectuar estas actividades al iniciar la enseñanza del algún tema facilita al docente conocer, por un lado, las preconcepciones que tienen los estudiantes acerca de un tema científico en particular y, por otro, posibilita al profesor tener un primer acercamiento al interés de los alumnos por la disciplina, lo cual es un elemento importante para el diseño de las estrategias. Estos aspectos aportarán bases para el diseño de las estrategias de enseñanza, tal y como lo menciona Luis:

“...entonces por ejemplo para el caso de la primera unidad de Biología IV que es todo el asunto de la evolución, ahí como que voy basado en los aprendizajes que señala el programa, si el aprendizaje dice, por ejemplo, describe la adaptación como un producto final de la evolución, entonces yo lo que tengo que probar en mi diagnóstico es si el alumno es capaz de describir a la adaptación como producto final de la evolución y entonces ahí ya determino, cuál sería mi estrategia...” (151008, p. 6).

Conocer tanto los intereses como las preconcepciones que poseen los estudiantes ante un tema científico permite al docente realizar un primer acercamiento a “la realidad del sujeto” tal y como la percibe, de tal manera que se establezca un puente, una empatía entre los deseos y necesidades de los alumnos y los aprendizajes que desea provocar el docente, con el objetivo de diseñar estrategias que acorten la distancia entre lo que los alumno saben y lo que la escuela establece que sepan, como se aprecia en el discurso del maestro Luis:

“... si no son capaces de describir qué es la adaptación entonces tengo que mostrar que la adaptación es un producto de la evolución, que eso es lo que me dice el aprendizaje y entonces ya termino mis actividades y puede ser que vean videos, que se los explique con diapositivas, que les de estudio de casos por escrito, que ellos analicen, revisen y a lo mejor hasta les enseño a analizarlo porque quizá ellos no lo sabe bien, entonces lo hacemos colectivamente y luego les doy ejemplos para que cada uno lo desarrolle...ese es el componente pedagógico...” (151008, p. 7).

Es deber del docente seleccionar y/o diseñar situaciones de aprendizaje que se ajusten a las capacidades de los estudiantes, a sus necesidades y a sus intereses, de tal manera

que propicien en los alumnos experiencias de aprendizaje que permitan una educación integral, no sólo conocimiento disciplinario, sino también que estas mismas actividades que emplee el docente, generen adquisiciones de actitudes sociales y de adquisición de conocimiento. De esta manera, Luis reconoce los elementos pedagógicos que permean sus estrategias didácticas.

Lo anterior, aunado al hecho de que los profesores no deben enseñar lo que quieran, sino que se encuentran ceñidos a un conjunto de normas establecidas por la propia institución educativa, junto con otros elementos, como la estructura cognitiva del estudiante y la estructura conceptual del contenido, marcan la pauta para diseñar estrategias de enseñanza significativas.

El profesor Luis continúa con su relato:

“...y ya dentro de la disciplina te digo que tiene que ver con estas cosas de las actividades que uno desarrolla, entonces yo soy muy dado a los estudios de caso, entonces soy muy dado a los ejemplos concretos en donde se pueda analizar un fenómeno y les presento mucho de esas cosas, insisto a veces con videos pequeñitos, a veces les presento el caso, se los describo, lo analizan los chavos, lo analizamos juntos, y a veces incluso les pido que investiguen les doy un caso y les pido que investiguen otros” (151008, p. 7).

La técnica de estudio de casos consiste precisamente en proporcionar una serie de casos que representen situaciones problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen. De esta manera, se pretende formar a los alumnos en la generación de soluciones. El caso no proporciona soluciones sino datos concretos para reflexionar, analizar y discutir en grupo las posibles salidas que se pueden encontrar a cierto problema. No ofrece las soluciones al estudiante, sino que le prepara para generarlas. Lo lleva a pensar y a contrastar sus conclusiones con las conclusiones de otros, a aceptarlas y expresar las propias, de esta manera le instruye en el trabajo colaborativo y en la toma de decisiones en equipo. Al llevar al alumno a la generación de alternativas de solución le permite desarrollar la habilidad creativa, la capacidad de innovación y representa un recurso para conectar la teoría a la práctica real (Wasserman, 1999).

Sin embargo, el estudio de casos es una técnica de enseñanza, no así una estrategia. Es importante marcar una diferencia entre una y otra, ya que pareciera que existe una moda educativa sin sentido y sin reflexión, la cual consiste en visualizar, a circunscribir, toda técnica educativa como estrategia. En este sentido, la estrategia va más allá de la instrumentación educativa, se construye a partir de ejes bien establecidos: estructura conceptual de la disciplina, estructura cognitiva del estudiante y los propósitos u objetivos educativos.

De esta manera, se apela a una estricta y cuidadosa reflexión durante el diseño e implementación de estrategias de enseñanza, ya que de éstas depende en gran medida

que el alumno se interese por el conocimiento disciplinario, que se encuentra “fuera de su realidad inmediata”, construyendo un puente entre lo que sabe y lo que aspira a saber.

Por otro lado, los ejemplos mencionados por el profesor Luis muestran algunas diferencias con los del resto de profesores entrevistados:

“ Bueno si es visto como característica probablemente es más sencillo porque estamos inundados de muchos ejemplos adaptativos desde las espinas de los cactus, hasta no sé, la mala visión de los murciélagos, pero a lo mejor no es tan fácil como proceso, porque, insisto, implica meterse a cuestiones más de la genética, de la dinámica poblacional a nivel de los genes y esas cosas, entonces hay ejemplos clásicos en eso, las palomillas éstas, el melanismo industrial que incluso ese ejemplo puede ser visto desde la óptica de las características, pero también puede ser visto desde la óptica de la genética de poblaciones en la población de las palomillas, entonces ahí se pueden conjugar las dos visiones y esos ejemplos, además, están muy bien estudiados, bien documentados, creo que pueden ser los más fácilmente asequibles para el alumno y a lo mejor hasta uno mismo hasta los maneja más, entonces no se mete en camisa de once varas con los chavos, que eso es algo que hay que decir, a veces nos atrapamos, nos metemos en problemas nosotros mismos y a veces salir de ellos resulta problemático y podemos hasta estar malversando información con los chavos” (151008, p. 12).

Los ejemplos del docente, se ubican dentro de una concepción dual del término *adaptación biológica*, como característica o proceso. En este sentido cabría la siguiente pregunta: ¿qué es lo que marca que se aborde de una u otra manera? Sin duda el primer y más importante referente es el Programa de Estudio de la asignatura. Es éste, y no el criterio del profesor o su preferencia como profesional de la Biología, el que establece el enfoque disciplinario. Al respecto surge una noción que se maneja en el ámbito educativo, al menos dentro de la UNAM en todos sus niveles, el término de cátedra libre. La cátedra libre se entiende como la posibilidad que tiene el docente de estructurar, organizar, decidir, la manera en cómo conducirá sus clases y por ende, su enseñanza. Posibilidad que, sin embargo, debe ajustarse a lo establecido por el *currículum*, vía el Programa de Estudios de la materia, de tal manera que el docente no puede enseñar lo que quiera, sino lo establecido por la institución educativa.

De este modo, los ejemplos que ilustren la *adaptación biológica* como proceso serán lo más acordes con el aprendizaje que se persigue en los alumnos. En este sentido, Luis remarca la dificultad que representa el uso de este tipo de ejemplos tanto para los alumnos, como para el profesor. Ya que al describir “el proceso” entran en juego una serie de conceptos los cuales el alumno no sólo debe conocer, sino que también deberá poder establecer las relaciones adecuadas entre éstos, para alcanzar una apropiación total e integral del concepto adaptativo. Para lograr lo anterior, el docente debe tener claridad en dos aspectos: la lógica del contenido y los aprendizajes que se persiguen. Sin olvidar por supuesto las capacidades cognitivas del alumnado.

El no tener presente los aspectos anteriores, pero sobre todo el no conocer cabalmente la disciplina que se imparte, conduce a lo que menciona el profesor Luis: *...y podemos hasta estar malversando información con los chavos...* se alude, pues, a lo que ya se ha mencionado en este trabajo: al papel del profesor como portador legítimo del conocimiento, siendo uno de los aspectos que sostiene al sujeto dentro del ejercicio docente y lo que lo convierte en *autoridad pedagógica* en su trabajo escolar (Camarena, 2009).

El profesor Luis continúa con su explicación de los ejemplos:

“Yo fijate que manejo uno muy padre, muy bonito con unos peces abisales, de hecho es toda una secuencia, veo un video, este video del abismo de la BBC, que además está padrísimo y es de un gran nivel de resolución, entonces deja a los chavos boquiabiertos en ese sentido, pero hay un caso de uno de los peces que manejan que está bien claro todo el procedimiento de adaptación, incluso hay una página de internet donde lo manejan, entonces ese es muy bonito y el otro incluso puede llegar a tener aplicaciones a otro nivel, de las medusas éstas que tienen fluorescencia y de la cual aislaron la proteína verde fluorescente, entonces he utilizado ese para ver esta parte como proceso, que implica pues ver la adaptación en otro nivel , me funciona porque además de que los tiene bien entretenidos a los alumnos, pues yo creo que algo se queda de todo eso ¿no?” (151008, p. 12).

...pues yo creo que algo se queda de todo eso no..., Esta frase alude a una noción del proceso enseñanza-aprendizaje en donde la evaluación no juega un papel importante. Recordemos que la evaluación del aprendizaje arroja indicios de la manera en que se está aprendiendo, cuáles son los puntos que deben reforzar, qué actividades se deben implementar para subsanar los posibles errores, siendo fundamental tener un monitoreo de la manera en cómo están aprendiendo los estudiantes. Ya que al final del proceso educativo, se le exigirá al alumno lo establecido por los aprendizajes.

Así mismo, la evaluación permite al docente tener un juicio, lo más objetivo posible, de la validez de las estrategias que está poniendo en juego para la enseñanza, es decir, de lo adecuadas o no que pueden ser para favorecer la apropiación del conocimiento. De tal modo, que los docentes pueden “creer” que las estrategias son las idóneas, ya sea porque son divertidas, lúdicas, motivantes, interesantes, bonitas, entretenidas, pero ¿los alumnos aprenden?, ¿qué aprenden?, ¿se cumplen los objetivos institucionales? Estas son preguntas que el profesor constantemente debe reflexionar, lo cual le permitirá una retroalimentación de su acción docente.

Lo anterior nos lleva a un punto, que hasta este momento no se ha discutido. Las estrategias de enseñanza no son rígidas, acabadas. Por el contrario, deben ser flexibles. Flexibilidad que se valida por el hecho de reconocer la educación como un hecho social, en donde múltiples factores influyen en los actores principales del acto educativo (alumno-profesor) dentro del aula: estrato social, madurez cognitiva, capital cultura, entre otros. De

tal manera, que es preciso que el docente tenga claro que una clase es única, tiene sus particularidades, es irrepetible y, por ende, las estrategias no pueden funcionar por igual para todos.

En este sentido, la profesora Lorena comenta:

“Bueno, sin que haya una receta, entonces en este caso yo presento evidencias sobre las adaptaciones que hay y sobre de esas proponemos que pudo haber pasado como observando un antes y un después, a qué te quiero llevar, bueno a que a mí me gusta ser más deductiva en ese aspecto, o sea que el chavo deduzca más que se aprenda la teoría porque bueno ahí me doy cuenta cómo entendieron o cómo finalmente quedó retenido ese concepto” (081008, p. 11).

Bueno, sin que haya una receta..., frase que denota un dinamismo, una flexibilidad en cuanto a la visión de las estrategias, y rechaza una postura acabada en cuanto al diseño de las estrategias. La profesora continúa con su discurso:

“...entonces en ese tema yo particularmente a partir de deducciones ¿Cómo?, presentando evidencias. ¿Cómo le hizo un organismo, no sé, para tener ciertas estructuras? ¿Cuándo se reconoce que hay un antecesor que era completamente diferente a él?, entonces ellos deducen y dan posibles alternativas, entonces a partir de la deducción y de un planteamiento real, el chavo empieza a ver que hubo cambios en el organismo” (081008, p. 11).

Durante el uso del método deductivo se fija o se establece una verdad científica o una ley, la cual sirve de base para explicar los hechos o fenómenos. Se parte de lo general y se va a la solución de casos particulares. En este sentido, podríamos mencionar que la estrategia de la profesora no sólo se enfoca a transmitir el contenido biológico, como un dato o como un hecho, sino también, a promover habilidades de análisis, síntesis y reflexión en los alumnos, para la solución de problemas. Habilidades que no sólo le ayudarán para el contexto educativo, sino muy probablemente también para el contexto social.

Por otro lado, la maestra ubica un elemento muy importante (y que se ha remarcado en secciones anteriores) para la enseñanza del concepto de *adaptación biológica*:

“Ahora también ubicarlos en el tiempo. ¿Cómo ubicas a un joven en el tiempo?, si para ellos el tiempo no es nada, o sea 24 horas no es nada una hora no es nada, cuando lo ubicas en millones de años, o sea ellos no alcanzan esa claridad en el tiempo, para mí, en ese aspecto es importante porque creen que las adaptaciones son así inmediatas entonces por ejemplo ahí hay que llevarlos a una actividad, yo en este caso utilizo una actividad lúdica o sea ellos construyen el tiempo, entonces les pido que hagamos una línea del tiempo y en esta actividad pues el chavo se da cuenta que un millón de años significa un millón de años, entonces como que la adaptación ya no la ven tan inmediata” (081008, p. 12).

La maestra identifica la noción de tiempo geológico como un concepto clave para el aprendizaje de los contenidos evolutivos, un concepto que si no se trabaja de manera anticipada causará dificultades en el aprendizaje de los estudiantes. La *adaptación biológica* es un concepto que necesita, para ser explicado en términos evolutivos, que se contextualice dentro de largos periodos a través de los cuales se conjugan diferentes factores (herencia, variación genética, *fitness* biológico, reproducción), que permiten explicar el fenómeno. En este sentido, uno de los retos que se presenta durante la enseñanza de la ciencia consiste en posibilitar que el alumno, no sólo aprenda hechos o datos, sino que a la par de ello desarrolle habilidades que le permitan entender, interpretar, darle un significado a los fenómenos que ocurren a su alrededor.

Podemos mencionar, que lo que trata de llevar a cabo la profesora es una adecuación de las actividades con respecto a la capacidad de los estudiantes, a sus predisposiciones, es decir, plantea actividades dentro de su estrategia, que apoyen a los jóvenes a superar ese desfase entre lo que saben y lo que se desea que aprendan.

La profesora Lorena continúa con su explicación:

“También puedo utilizar un artículo, pero no de los artículos de un nivel superior, algún artículo que haya salido en alguna revista en donde ellos puedan todavía reafirmar el concepto, hasta concluir en evaluar si el concepto que ellos tenían, que lo comparen con el que tienen ahora, entonces entre ellos y yo vemos su avance. Les digo que hay que ver ese avance y porque subjetivamente nosotros decimos que no hemos aprendido nada porque revisamos su antes y cómo estaban y cómo están ahora, entonces ellos mismos dicen: no pues sí, aquí tuve cambios o es el mismo, entonces por ahí fallo algo, entonces a través de estrategias que pueden ser diferentes actividades yo ese tema lo abordo a partir de la deducción, entonces no hay una receta. Yo digo que no hay una receta pero bueno más o menos así abordo el concepto” (081008, p. 12).

En estas líneas se denota la evaluación como un proceso clave durante el desarrollo de la estrategia. Evaluación que se caracteriza en hacer partícipe del proceso al propio estudiante. En este sentido, que el alumno tenga clara la meta, el objetivo, el aprendizaje que se espera que alcance, le proporciona seguridad durante las actividades que realiza, a través del conocimiento de lo que se espera de él. Así mismo, la evaluación le permite al docente replantear algunas actividades que refuercen el aprendizaje de los conceptos a estudiar.

A través de la frase: *...entonces no hay una receta, yo digo que no hay una receta...*, frase que hace alusión a la flexibilidad de pensamiento como una cualidad docente. En este sentido, cabría la pregunta ¿qué le permite al docente poseer esta flexibilidad de pensamiento? Considero que son dos aspectos importantes. El conocer el contenido de la disciplina, el dominarlo, nos proporciona a los docentes una visión más amplia, lo cual permite responder de múltiples maneras al ¿cómo? para enseñar un determinado concepto. Por otro lado, la reflexión, más que la aplicación, de las diferentes teorías de

enseñanza-aprendizaje que se han generado en los últimos años. En otras palabras, romper con la tendencia actual de querer adecuar los fenómenos que ocurren dentro del aula a los referentes teóricos, a “embonar” la realidad social que ocurre durante la educación, a los preceptos o principios que han sido extraídos en condiciones de laboratorio.

4.6 Evaluación del Aprendizaje

Uno de los elementos a los que mayor importancia se le confiere dentro del acto educativo es la práctica de la evaluación. Conceptuarla como práctica implica que estamos ante una actividad que se desarrolla siguiendo unos usos, que cumple múltiples funciones, que se apoya en una serie de ideas y formas de realizarla y que es la respuesta a determinados condicionamientos de la enseñanza institucionalizada (Gimeno, y Pérez, 1992).

La evaluación constituye una fase de la enseñanza. Cualquier proceso didáctico intencionalmente guiado conlleva una revisión de sus consecuencias, una evaluación del mismo. La evaluación sirve para pensar y planificar la práctica didáctica, pero también permite reflexionar sobre lo ocurrido durante el proceso enseñanza-aprendizaje, con lo cual la evaluación se convierte en un recurso para mejorar los procesos pedagógicos (Gimeno y Pérez, 1992).

En este sentido, la evaluación se entendería desde esta óptica *como el proceso por medio del cual los profesores, en tanto que son ellos quienes la realizan, buscan y usan información procedente de numerosas fuentes para llegar a un juicio de valor sobre el alumno en general o sobre alguna faceta particular del mismo* (Gimeno y Pérez, 1992, p. 112).

Así, la evaluación se convierte en una poderosa herramienta para los docentes, la cual les permite, diseñar, planificar, ejecutar y modificar sus estrategias de enseñanza, para el mejoramiento tanto del aprendizaje de los estudiantes, como de su propia actividad didáctica. De lo anterior se desprende un aspecto importante. Una estrategia de enseñanza se conceptualiza como algo flexible, indeterminado, inacabado, característica otorgada por la propia práctica evaluativa, ya que al ser ésta un factor que guía y condiciona la actividad docente permite la realización de ajustes a las estrategias con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo, tradicionalmente se ha concebido y practicado la evaluación escolar como una actividad terminal del proceso de enseñanza-aprendizaje; se le ha adjudicado una posición estática e intrascendente con el proceso didáctico; se le ha conferido una función

mecánica, consistente en aplicar exámenes y asignar calificaciones al final de los cursos; se le ha utilizado, además, como un arma de intimidación y represión que algunos profesores suelen esgrimir en contra de los alumnos. En una palabra, la evaluación, no obstante su transcendencia en la comprensión y explicación del proceso educativo en general y en la toma de decisiones en el acto docente, ha cumplido preponderantemente el papel de auxiliar en la tarea administrativa de las instituciones educativas (Moran, 2006).

Al respecto el CCH, por medio del Programa de Estudios de la asignatura de Biología IV, señala:

“...se parte de la premisa de que evaluar los aprendizajes significa conocer la relación entre las finalidades educativas, las actividades desarrolladas y los resultados del proceso. Se considera que la evaluación no debe confundirse con los mecanismos de calificación ni con los criterios para la acreditación, sino que se le asigna un papel retroalimentador del proceso de docencia... El carácter integrador de la evaluación propuesta en los cursos de Biología, obliga a que se atiendan los aprendizajes y no sólo los productos finales, por lo que la calificación final se deberá emitir con base en una evaluación continua que contemple tres modalidades: inicial o diagnóstica, formativa y sumativa (Programa de Estudios de Biología I a IV, 2002, p. 29)

A través de la frase: *...se parte de la premisa de que evaluar los aprendizajes significa conocer la relación entre las finalidades educativas, las actividades desarrolladas y los resultados del proceso*, se reconoce una visión unificadora y/o global como cualidad docente. Es decir, se parte del supuesto de que los docentes poseen una noción integral del proceso enseñanza-aprendizaje, de reconocer a dicho proceso como un sistema en el cual cada una de las partes está estrechamente relacionada con las demás, de tal manera que la función del sistema no podría ser pensado sin la relación entre los subsistemas. Así, la práctica evaluativa serviría como un marco de referencia para vigilar la función de dicho sistema.

Así mismo, se proclama por una concepción de la evaluación en la cual se priorice, antes que otra cosa, una reflexión docente: *...la evaluación no debe confundirse con los mecanismos de calificación ni con los criterios para la acreditación, sino que se le asigna un papel retroalimentador del proceso de docencia...* reflexión sustentada en tratar de reconocer el papel de la evaluación como una poderosa herramienta que guía los procesos metodológicos de la enseñanza (las estrategias), a través de la autocrítica de lo qué se hace, para qué se hace y cómo se hace, dentro y fuera del aula; dejando en un segundo término, tradiciones positivistas en la cuales consistentemente se confunde evaluar con medir.

Así, el CCH prioriza una evaluación que: *...obliga a que se atiendan los aprendizajes y no sólo los productos finales...* La priorización de los aprendizajes durante la práctica evaluativa refiere a considerar tanto los *procesos* por medio de los cuales los alumnos van

significando el contenido, como el logro de las *metas* que se promueve que alcancen los estudiantes al final de la enseñanza.

Lo anterior contiene implicaciones sustanciales, ya que es mucho más importante conocer los avances que presentan los alumnos con respecto a un aprendizaje, pues esto permitirá realizar los ajustes necesarios para ofrecer una ayuda más adecuada, que le permita al alumno alcanzar de manera óptima las metas de la enseñanza establecidas. Por el contrario, ¿qué podría mejorarse si sólo se evaluaran los productos finales?, sin duda muy poco o nada, pues lo que es necesario atender es el grado en el que se están alcanzando los aprendizajes; además, si se consideran sólo los productos finales ¿en realidad (entendiendo la evaluación como la formulación de juicios para el mejoramiento tanto del aprendizaje como de la enseñanza), o se trataría de un acto calificativo?

Una de las preguntas, necesarias que se debe plantear todo profesor es la siguiente: *¿qué debe evaluar un docente?* Sin duda, el principal referente para contestar esta pregunta lo constituye el propio *currículum*. La evaluación debe realizarse con sustento en los objetivos de aprendizaje, en los cuales se señalan los logros que los alumnos deben alcanzar al final de un curso lectivo, un semestre o un tema.

Cuando se plantea la evaluación como un aspecto fundamental en el planeamiento didáctico, debe tenerse en cuenta que, como tal, se establece una relación estrecha con otros elementos. En el caso de los objetivos, como ya se especificó, constituyen un marco fundamental que provee la información sobre lo que se espera, en términos de los aprendizajes, que los alumnos deben construir o adquirir. Esto implica que existe, entre los objetivos y la evaluación, una relación inherente.

Así, mediante los aprendizajes planteados para el tema de *adaptación biológica*, el CCH establece una meta de enseñanza-aprendizaje, meta que se espera sea alcanzada por todo estudiante.

En este contexto, se presenta, a continuación, un análisis de los discursos docentes con respecto a la noción que poseen de la práctica evaluativa, tomando como referente la enseñanza del tema de *adaptación biológica*.

4.6.1 “Si, si, ahí va, ahí va el chavo...”

Este primer apartado referente a la evaluación se enfoca a recuperar la noción de los profesores respecto a la evaluación del *proceso* de aprendizaje que presentan los alumnos con respecto al concepto de *adaptación biológica*. Es decir, lo que se busca es conocer cuáles son las prácticas de los docentes que les permiten saber cómo es que el

alumno se va apropiando de dicho concepto, así, al preguntarles a los profesores Mauricio, Lucía y Arturo, *¿qué hace el alumno que le evidencia que está aprendiendo el tema de adaptación biológica?*, esto fue lo que respondieron:

Mauricio:

“Bueno cuando les dejo preguntas o cuando les hago cuestionarios y me responden o cuando vemos la práctica y vemos en conjunto los resultados de todos los equipos, entonces les hago preguntas relacionadas con el tema, cuál sería el organismo que tuvo mejor adaptación bajo estas condiciones, ahí es cuando evidencio que hay entendimiento” (230109, p. 6).

Lucía:

“Pues en este caso en la exposición de los carteles fue cuando yo detecté si de verdad estaban entendiendo el concepto y si estaban ubicando correctamente los tipos de adaptaciones, en algunos casos como que sí saltaban cosas extrañas como de “aguas esto no es adaptación” o no es lo que me están diciendo, pero en general como que sí quedó claro el concepto. Después entre la exposición del cartel como que ya fue donde ya ellos expresaron qué tanto habían aprendido” (181108, p. 4).

Para el profesor Arturo:

“La participación cuando hacemos la presentación, hay un equipo que expone el tema. Y ¿Cómo se que están aprendiendo? pues, vaya, por su participación cuando estamos en la presentación en power point, porque los alumnos participan y porque incluso también forma parte de su evaluación. La participación yo la tomo en cuenta como algo adicional, la participación es un 10% adicional de su calificación, entonces los alumnos por ganarse esos puntos participan, entonces ahí te das cuenta de si están atendiendo o no” (280109, p. 4).

De acuerdo con las respuestas de estos profesores, lo que se prioriza dentro de la evaluación del proceso de aprendizaje corresponde a la enunciación que realizan los alumnos, de los conocimientos teóricos propios de la disciplina biológica, es decir, que lo que “dicen” los estudiantes es muestra de su aprendizaje. Participación del alumno, exposición del tema o preguntas formuladas, emergen como las técnicas que emplean los docentes para la obtención de información evaluativa.

En otras palabras, a lo que se podría estar apelando a través de estos discursos es a una enseñanza y evaluación de datos y hechos, de todo o nada, más que de conceptos. O el alumno sabe qué es la *adaptación biológica* o no lo sabe, dejando de lado la construcción de relaciones que pudiera entablar el estudiante entre diferentes tipos de información para comprender mejor, no datos ni hechos solamente, sino principalmente los conceptos científicos. Lo anterior, desde mi punto de vista, representa un punto crucial que se debe atender si queremos mejorar la enseñanza, primero de temas tan complejos como es el de *adaptación biológica*, y segundo el de las ciencias biológicas en general.

De esta forma, podríamos mencionar que la enseñanza se circunscribe a aprendizajes de corte memorístico, en la cual existe poca o nula comprensión de lo que se aprende por parte del estudiante.

Por otro lado, mediante la frase: *...los alumnos participan y porque incluso también forma parte de su evaluación, la participación yo la tomo en cuenta como algo adicional, la participación es un 10% adicional de su calificación, entonces los alumnos por ganarse esos puntos participan...*, el profesor Arturo, probablemente, esté propiciando una enseñanza condicionante mediante estímulo-respuesta. ¿Cómo saber si están aprendiendo o es sólo una búsqueda por la recompensa por parte del alumno? Éstas son algunas cuestiones importantes que el docente debe resolver antes de poner en práctica la evaluación. Por otro lado, se confunde la noción de evaluar con calificar. Como hemos dicho, la evaluación como práctica en la cual se emiten juicios de valor para mejorar los procesos, no puede estar sujeta a una medición o calificación. Si lo que se trata es de detectar en qué está fallando el alumno para emprender acciones y remediarlo o apoyarlo, surge una cuestión que es necesaria plantear: ¿es justo calificar una evaluación?, considero que no.

El profesor Luis menciona lo siguiente:

“Bueno, en principio que pueda entender más fácilmente algunos fenómenos en donde se implique esto de la adaptación, este, fíjate que esta pregunta es interesante sobre todo metidos muy en lo particular en la temática, uno puede presentar un insecto que asemeja una hoja de un árbol y le puede preguntar uno a un alumno si eso es una adaptación y casi invariablemente va a decir que sí...”
(151008, p. 8).

El aprendizaje del tema se hace evidente a través de *...entender más fácilmente algunos fenómenos...* Podemos asumir, que lo que se favorece no es tanto el aprendizaje de datos y hechos de manera memorística, sino que el “entender un fenómeno”, implica que el sujeto conozca los conceptos que le ayudarán a “penetrar” en el fenómeno y que por otro lado, pueda establecer relaciones entre conceptos diferentes para explicar dicho fenómeno. De esta forma, más que el solo hecho de enunciar o repetir definiciones exactas, pueda aplicar estos conocimientos para entender de forma más acorde la realidad.

El maestro Luis prosigue con su relato:

“Yo te confieso que así que yo me haya puesto mucho a ver si el alumno ya entendió, la verdad no lo he hecho, yo me quedo en que me contesta en el ejercicio que le doy o en el examen y a lo mejor ahí sí me refleja que aprende, pero insisto me faltaría más como que meterme al nivel que te comentaba”
(151008, p. 9).

Como podemos apreciar, si bien al inicio de su discurso el profesor Luis enuncia el *entender*, como una evidencia de aprendizaje en los alumnos, podemos mencionar que

sólo se queda en un nivel de “lo ideal”. Lo ideal reconocido como algo a lo que se aspira, pero que en la práctica no se ha alcanzado aún. De tal forma, que al igual que los anteriores docentes, el maestro Luis evalúa conocimientos posiblemente memorísticos: *...yo me quedo en que me contesta en el ejercicio que le doy o en el examen...*

El profesor Raúl denota una visión diferente de la evaluación del proceso de aprendizaje:

“Por ejemplo, cuando tú pides un concepto, suponte tu cromosoma o meiosis o lo que tú quieras, ellos te van a dar la explicación formal, pero si tú ya les cuestionas ya les va a hacer un poco más difícil. Sin embargo con las explicaciones que tengan que hacer, puedes ir encontrando una referencia un poco más coherente, entonces tú no pretendes que te den una explicación acabada, sino lo que uno insiste es cómo está llegando a eso” (290109, p. 6).

El aprendizaje se hace evidente mediante la explicación que puedan efectuar los alumnos del fenómeno que se estudia. Explicación que se sustenta, no en el repetir alguna definición enciclopédica, sino explicar a través de su propio razonamiento. A través de la frase: *...sino lo que uno insiste es cómo está llegando a eso...*, el profesor Raúl denota la noción de evaluar el proceso, el cómo están aprendiendo los estudiantes, lo cual permitiría detectar tanto las fortalezas, como las debilidades que posean los alumnos para la aprehensión del concepto de *adaptación biológica*, con el objetivo de implementar las acciones o actividades pertinentes para subsanar las fallas y reforzar los aciertos.

Por su parte la profesora Lorena comenta:

“A lo mejor porque le preguntas, a lo mejor porque estás escuchando cómo está trabajando con sus compañeros, o sea lo formativo. Tú le pones un examen y te contesta con diez y a lo mejor se lo aprendió de memoria, y el CCH por eso se caracteriza, porque el muchacho en tu clase te dice muchas cosas, entonces tú tienes que estar así como que muy atento a él, hay un modelo que nos permite estar muy cerca de ellos, escuchar cómo se están comunicando, escuchar cómo están trabajando, tú le preguntas ¿oye y por qué le pusiste esta pieza aquí? Ah pos por esto, ah entonces el chavo sí está; o ¿oye por qué hiciste esto?... mmmm no hay una respuesta, entonces tú evalúas ... porque bueno, ya una cosa es cuando aplicas un examen, tú lo que quieres ver es si está el concepto aprendido, pero si tú quieres ver el proceso como que tienes que tener cuidado, claro si te interesa, eso es parte de un compromiso que yo pienso que nosotros tenemos ¿no?...yo me acerco, yo pregunto, yo trato de detectar si funciona, porque además nosotros estamos probando precisamente estrategias, entonces yo digo que tú te vas como que calificando y vas diciendo: sí, sí, ahí va, ahí va el chavo” (081008, pp. 13-14).

En el discurso de la maestra, se hace evidente la noción de evaluar más que de calificar, noción que se sustenta mediante la frase *...“a lo mejor porque le preguntas a lo mejor porque estás escuchando cómo está trabajando con sus compañeros, o sea lo formativo...* De esta manera, lo que se busca es conocer la forma en que está avanzando el alumno con respecto a la apropiación del contenido, no sólo en un sentido memorístico,

sino también en un ámbito reflexivo y procedimental. Objetivo que se logra no solo por la aplicación de un examen, sino a través de tomar en cuenta todo lo que el estudiante *hace* en el aula.

Por otro lado, la maestra pone de manifiesto lo que implica por parte del docente, la evaluación del proceso de aprendizaje *...porque bueno, ya una cosa es cuando aplicas un examen, tú lo que quieres ver es si está el concepto aprendido, pero si tú quieres ver el proceso como que tienes que tener cuidado, claro si te interesa, eso es parte de un compromiso que yo pienso que nosotros tenemos...* así, pone de manifiesto una de las responsabilidades que asume el docente durante su práctica: el compromiso. Compromiso que se traduce en reflexionar y analizar qué implica evaluar un proceso de aprendizaje.

Al respecto la maestra Ximena comenta:

“Yo evalúo el tema al momento de que veo que el alumno me hace una explicación más lógica del porqué los elefantes tienen la trompa más larga por ejemplo, ahí yo veo, ahí más bien leo, analizo la descripción si me da argumentos sólidos porque es un conjunto, me puede decir en un examen tal y cual es el concepto de adaptación, pero sinceramente para mí ese no es como tal evaluación yo evalúo, sinceramente desde mi punto de vista, cuando el alumno le presento algún ejemplo y él me esté dando: sabe que profesora este colibrí vuela de esta manera por estas razones y que no me deje de lado el factor tiempo por ejemplo, etc., y ahí es cuando yo evalúo que efectivamente el alumno me está manejando el tema de adaptación porque no solamente va adaptación, también me va a estar explicando selección natural o va a utilizar la palabra extinción para darle una explicación lógica...y automáticamente cuando el alumno hace, realiza una explicación un poco más coherente a como la venía haciendo es cuando yo me percató que definitivamente el alumno está cambiando, más bien transformando su pensamiento, prácticamente su conocimiento ya es mucho más entablado, utiliza más concepto más fundamentado” (DO251008, p. 7).

De acuerdo con lo mencionado por la maestra, podemos decir que la evaluación se enfoca a procesos cognitivos que trascienden lo memorístico, es decir, se busca que el alumno no sólo recite una definición, sino que sea capaz de poder explicar un fenómeno, en este caso biológico. También, el que el alumno sea capaz de integrar conceptos diferentes y relacionarlos para entender el proceso de adaptación, es uno de los elementos que la profesora Ximena toma en cuenta para saber que el alumno está aprendiendo. Vemos pues, una noción de la evaluación como una práctica que permite efectuar ajustes durante el proceso de enseñanza que favorezcan el aprendizaje.

Algo similar menciona el profesor Gerardo:

“Mira, en el aspecto conceptual pues la única forma como yo veo es cuando les doy una actividad, como yo les llamo actividades de aplicación, donde no tenga

que recitarte o escribirte de manera textual el concepto, sino, donde aplique el concepto, o problema sencillito en donde él pueda aplicar el concepto, en este caso si hablamos de adaptación, bueno en donde el trate de aplicarlo. Esta es la forma en la cual, al menos yo, considero que podemos darnos cuenta si el alumno está aprendiendo o no está aprendiendo, y porque cuando se les pone éste, o se les hace este planteamiento, inmediatamente a ellos les surgen las dudas y entonces te empiezan a preguntar, te empiezan a cuestionar y entonces incluso ahí mismo te dicen: “es que yo no lo entendí”...y entonces ahí es donde uno tiene que replantearse otra manera, pues no sé, en ese momento la actividad o pues a lo mejor improvisar un ejemplo, como para hacerlo accesible a este alumno que en su momento no lo entendió y al menos yo lo veo así únicamente en actividades que tengas que aplicar, no donde tengas que memorizar o te tenga que escribir de manera textual el concepto” (291008, p. 8).

Al igual que la profesora Ximena, el maestro Gerardo resalta que el aprendizaje que evidencian los alumnos es a través de la comprensión y explicación del concepto. Es decir, que cuando el alumno es capaz de aplicar lo que sabe, es como se percata de si está aprendiendo o no.

Lo anterior podría tener varias implicaciones. Por un lado, la enseñanza del concepto tendría que estar ubicada dentro de la noción de proceso de *adaptación biológica* más que de característica adaptativa, es decir, si lo que se busca es que el alumno aplique, explique, comprenda, en lugar de definir únicamente, el abordar el tema de adaptación a través de ejemplos de rasgos adaptativos, podría estar limitando que el alumno desarrolle niveles cognitivos más complejos, como los antes citados, quedándose únicamente en lo descriptivo. De tal manera que, como lo he mencionado reiteradamente, la reflexión que haga el docente en cuanto a qué evaluar, jugará un papel importante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, el profesor Gerardo mediante la enunciación de *...yo, considero que podemos darnos cuenta si el alumno está aprendiendo o no está aprendiendo, y porque cuando se les pone éste, o se les hace este planteamiento, inmediatamente a ellos les surgen las dudas y entonces te empiezan a preguntar, te empiezan a cuestionar y entonces incluso ahí mismo te dicen: “es que yo no lo entendí”...y entonces ahí es donde uno tiene que replantearse otra manera...*, connota la función de la evaluación. Es decir, he mencionado que la evaluación es emitir juicios de valor, en otras palabras qué sabe y cómo lo sabe el alumno, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de tal forma que la información obtenida de la práctica evaluativa, le permitirá identificar al docente los problemas que presente el alumno para la apropiación del contenido, para modificar, cambiar o implementar otras acciones didácticas.

4.6.2 “...ellos de manera intuitiva ya lo saben, sino se adaptan se extinguen, así de sencillo...”

Como se ha dicho en secciones anteriores, la enseñanza de los procesos biológicos en nivel medio superior no sólo busca la comprensión de contenidos de corte disciplinario, sino también fomentar otro tipo de saberes que impacta más en la formación del alumno, en este sentido, los conocimientos procedimentales y actitudinales toman un papel central durante la enseñanza.

Acorde con lo anterior, el CCH no sólo compromete al docente a evaluar si el alumno ya es capaz de definir o identificar tal o cual concepto, sino también pide evaluar las habilidades, tanto cognitivas como motoras, y las actitudes que ha desarrollado el estudiante a lo largo de la enseñanza.

De acuerdo con esto, en la presente sección se efectúa un análisis relacionado con lo que los profesores consideran que es lo mínimo necesario que el alumno debió aprender, durante la enseñanza del tema de *adaptación biológica*.

El profesor Gerardo relata:

“Bueno, pues aquí lo que sería el concepto de adaptación y en el aspecto conceptual lo que sería adaptación, qué procesos determinan o mecanismos que propicien la adaptación y lograr pues...bueno para mí eso sería lo más importante, que tenga claridad en lo que es la adaptación y qué mecanismos pueden desarrollar que se den la adaptación de los sistemas vivos, en el plano conceptual; ya en el plano que será actitudinal, que haya respeto hacia las cosas, en este caso hacia el ambiente, en el caso procedimental pues cuando se les ponen a hacer las lecturas, pues capacidad de síntesis, de análisis, serían como parte, que también serían parte de su formación” (291008, p. 12).

Dentro del discurso del profesor se distinguen tres tipos de aprendizajes que se desea alcance el alumno: conceptuales, actitudinales y procedimentales. Dentro de la parte conceptual, el profesor se refiere a que el alumno visualice la *adaptación biológica* como un proceso y no como una característica adaptativa. En este sentido, la enseñanza tendría que estar enfocada a retomar los elementos necesarios para que ocurra dicho proceso: selección natural, variación genética, herencia y tiempo, así como también, hablar en términos poblacionales. Sin embargo, como se ha analizado, pocas veces se retoman estos elementos durante la impartición del tema.

Así, al mencionar los otros dos tipos de conocimientos que el alumno debe adquirir, el profesor Gerardo refleja una concepción de la enseñanza más integral. Es decir, no sólo es transmitir un conocimiento particular de la realidad, sino también, formar sujetos que sepan *ser y hacer*, dentro de una sociedad cada vez más competitiva.

Por otro lado, el resto de los profesores entrevistados durante sus discursos se enfocan únicamente a conocimientos de tipo conceptual. Al respecto el profesor Arturo comenta:

“Bueno, el primer conocimiento sería tener la idea general de que la adaptación no está desligada de la evolución, sino que hay una relación muy clara entre adaptación y evolución, lo que tienen que saber es que la adaptación es consecuencia de la evolución, ahora el otro conocimiento es ¿por qué los organismos se adaptan? y ¿por qué se tienen que adaptar?, que también es muy sencillo, ellos de manera intuitiva ya lo saben, sino se adaptan se extinguen así de sencillo, esos serían los básicos. Y la otra parte, de que hay diferentes formas de que se pueden adaptar, y no es muy complicado eso. Sí, eso sería, bueno yo no lo veo muy complicado, incluso muchos de ellos llegan y hasta te dan ejemplos, maestro yo vi en la televisión que pasaron esto y esto, no, no veo muy complicado este tema en particular” (280109, p. 4).

...lo que tienen que saber es que la adaptación es consecuencia de la evolución..., expresa una enseñanza del tema acotada únicamente a los rasgos fenotípicos de los sistemas vivos que podrían ser considerados como adaptaciones, dejando de lado probablemente la revisión del proceso, como lo marca el propio programa de estudios de la materia, ya que como el mismo menciona *...hay diferentes formas de que se pueden adaptar, y no es muy complicado eso...*, es decir, los organismos pueden presentar diferentes rasgos fenotípicos que pueden ser clasificados de acuerdo a su naturaleza, como adaptaciones morfológicas, fisiológicas y etológicas.

Opinión similar encontramos en el discurso de la maestra Lucía:

“Que sepa identificar qué es una adaptación, resultado de qué es este proceso y que te pueda dar ejemplos y definirlos, como que esos cuatro puntos, que lo defina, que lo identifique, dé ejemplos y que sepa que hay morfológicas, fisiológicas y etológicas. Y que son el resultado del proceso evolutivo y como consecuencia es la biodiversidad” (181108, p. 6).

Por otro lado, el profesor Arturo alude a los conocimientos “intuitivos” de los alumnos, como los saberes que pareciera ser que se tienen que reforzar durante la enseñanza. En este sentido, se tendría que reflexionar por parte del profesor qué tan correctas son las preconcepciones que poseen los alumnos, como para únicamente reafirmarlas durante la intervención docente.

Al respecto, el profesor Luis comenta:

“Pues yo digo que es ventaja si ya sabe apreciar la adaptación como característica, con todo lo que he dicho, que a lo mejor no es lo deseable, también quiero aclarar que ya es ventaja que la vea así y sería mucho mejor si sabe que detrás de una característica adaptativa hay también un proceso que no ha terminado y que tiene una historia detrás, entonces yo creo que eso ya sería como aprendizaje muy bueno” (151008, p. 13).

Como vemos, la idea de que el estudiante “por lo menos” al final del tema pueda identificar las adaptaciones en los organismos y no visualizarlas como un proceso multifactorial, sigue impregnando el pensamiento docente. Sin embargo, a diferencia de los maestros Arturo y Lucía, el profesor Luis retoma la noción de proceso a través de ... y *sería mucho mejor si sabe que detrás de una característica adaptativa hay también un proceso que no ha terminado...*, aunque sólo lo mencione como un ideal a alcanzar.

Por otro lado, el profesor Luis resalta una parte importante que el alumno debe aprender al revisar el concepto de *adaptación biológica*: ... *un proceso que no ha terminado y que tiene una historia detrás...*, algo en lo que coincide con la maestra Ximena:

¿Los conocimientos?, pues fácil, que la adaptación es consecuencia de la selección natural y que la adaptación es un proceso que no está acabado y que de esa...a partir de ahí ya pueda darle una explicación a tanta diversidad de sistemas vivos, yo creo que sí, como consecuencia para mí sería lo único” (251008, p. 10).

Al connotar la *adaptación biológica* como un “*proceso no acabado*” o “*que no ha terminado*”, los profesores aluden al rasgo sin dirección que caracteriza al proceso evolutivo. Es comúnmente creído, que la evolución por selección natural tiende hacia una dirección, idea que se encuentra fuertemente arraigada en los estudiantes, de tal forma, que lo que se debe buscar durante la enseñanza, es precisamente tratar de despojar al alumno de esa visión determinista de la evolución. Esto, desde mi punto de vista, únicamente se podrá lograr mediante la enseñanza del concepto de *adaptación biológica* como un proceso.

Así mismo, se indica que la *adaptación biológica* es resultado de la selección natural, sin embargo es importante remarcar la falta de la actuación de las fuentes de variación genética para explicar el proceso adaptativo.

Finalmente, el profesor Mauricio explica:

“Primero que lo vincule con selección natural o con otros mecanismos, pero que tenga una fuerte relación. Que la adaptación se da de manera azarosa, sin nada que haya provocado la adaptación, que la vea como un proceso, que generalmente lleva mucho tiempo o de muchas generaciones porque a veces yo digo: el tiempo es relativo, para un humano una generación puede ser que sean 20 años, pero para una bacteria o para un insecto en 20 años nuestros son 400 generaciones de ellas, o son 4 mil, o son un millón de generaciones, de ahí que estemos hablando de diferentes tipos de organismos y el tiempo es relativo, en algunos las cuestiones de evolución es más evidente que en otros, en algunos se puede ver en poco tiempo. ¿Estamos cambiando en este momento los seres humanos? Probablemente sí, pero las evidencias no son tan drásticas para que pueda decir la especie humana ya ha cambiado.” (230109, p. 9).

En este discurso se puntualiza un elemento omitido por los demás profesores: el tiempo. He explicado que uno de los elementos necesarios para poder entender el proceso de

adaptación biológica es lo referente al empleo del concepto de tiempo durante la enseñanza del concepto de *adaptación biológica*. En términos evolutivos generalmente se habla de tiempo geológico (lapsos de miles o millones de años) para explicar la duración de los cambios que pueden sufrir los organismos. En este sentido, el no retomar al factor tiempo durante la enseñanza de la *adaptación biológica*, podría estar generando una idea falsa de lo que es en sí éste proceso evolutivo, es decir, generalmente se piensa que un organismo se adapta, ya sea en horas o en unos cuantos cientos de años.

En este punto, es necesario mencionar lo siguiente. Uno de los ejemplos más empleados por los profesores para ilustrar, tanto la acción de la selección natural, como el proceso de *adaptación biológica*, es la resistencia a los antibióticos por parte de las bacterias, siendo sin duda, un poderoso ejemplo que facilita tanto la enseñanza como el aprendizaje. Sin embargo, en este fenómeno de resistencia a antibióticos, dado que la velocidad de reproducción en las bacterias es acelerada, y que en un lapso de 24 horas se pueden obtener millones de individuos en una colonia (población), el posible cambio que podrían sufrir por selección natural es sumamente rápido. En este sentido, este ejemplo se contrapone a la noción de tiempo geológico para explicar el proceso adaptativo.

De tal forma, que dependiendo del ejemplo empleado para ilustrar el concepto de *adaptación biológica*, la noción de tiempo geológico estará determinada por éste. En este sentido, la vigilancia tanto epistemológica como conceptual que realice el profesor se vuelve trascendental.

Así pues, los conocimientos que se busca que adquieran los alumnos a través de la enseñanza de la *adaptación biológica*, se orientan básicamente a lo disciplinario. En este sentido, la mayoría de los profesores coincide en que el alumno debe de ser capaz de concebir la selección natural como la fuerza que dirige dicho proceso y reconocer la *adaptación biológica* como características fenotípicas de los organismos. Siendo los menos los profesores que se inclinan por un aprendizaje en el cual el alumno, comprenda, explica y analice la *adaptación biológica* como un proceso multifactorial.

Por otro lado, el aprendizaje de otro tipo de conocimientos, como lo son los actitudinales y procedimentales, no son retomados por la mayoría de los docentes. Esto representa una especial importancia, ya que como el propio Programa de Estudio lo marca, la enseñanza de la biología no sólo se debe enfocar a transmitir saberes disciplinarios, sino también, a desarrollar saberes que le permitan al alumno, por un lado, aprender por sí solo y, por el otro, que hagan posible su integración de manera satisfactoria a la sociedad, a través de actitudes y valores que le proporcione la educación a nivel bachillerato.

Así mismo, hemos conocido la noción de evaluación en los docentes, noción que se caracteriza por múltiples visiones. Mientras que para unos docentes la evaluación implica un compromiso por parte del profesor, el cual se traduce en evaluar más allá del conocimiento memorístico, pues se toman en cuenta otras habilidades que debe

desarrollar el sujeto (lo cual presenta la práctica evaluativa como una actividad efectuada en todo momento del proceso enseñanza-aprendizaje que permite obtener información de los avances de los alumnos, con miras a efectuar los ajustes necesarios para mejorar la enseñanza y por ende el aprendizaje) para otros docentes la evaluación se acota a un sólo momento, básicamente el final de la enseñanza del tema de *adaptación biológica*, y a los conocimientos memorísticos, reduciendo la práctica evaluativa a medir y calificar.

En este orden de ideas, las herramientas mencionadas por algunos profesores con las que efectúan dicha evaluación se reducen a formulación de preguntas y al registro de la participación de los alumnos durante las clases; en otros casos, los menos, hacen referencia a actividades en las cuales el alumno aplica lo que está aprendiendo, en estos casos la noción de evaluación, contempla el análisis de todo lo que efectúa el estudiante dentro y fuera del aula.

Así pues, podemos afirmar, con base en el análisis de los discursos docentes entorno a sus prácticas evaluativas, que la enseñanza del concepto de *adaptación biológica* tiende a ubicarse más en un plano memorístico, descriptivo y estático, en la mayoría de los profesores entrevistados, ya que, aunque mencionan que lo “ideal” sería que el alumno explicara la *adaptación biológica* como un proceso en el cual actúan diferentes fuerzas naturales, en los hechos se transmite justamente lo contrario.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

A través del análisis efectuado de las ideas, creencias y nociones que poseen los docentes en torno a la enseñanza de la *adaptación biológica*, obtenidas por medio de las entrevistas realizadas, y tomando como referencia lo establecido en el Programa de Estudios de la asignatura de Biología IV impartida en el CCH, podemos concluir los siguientes puntos.

Todos los profesores entrevistados eligieron la actividad docente como segunda opción laboral, es decir, no visualizaban la docencia durante sus estudios universitarios como un campo de desarrollo profesional, siendo el factor socio-económico la principal causa que influyó en la incursión en la docencia. Aspectos como la falta de trabajo, la dificultad para acceder a otras instancias profesionales (como institutos de investigación o universidades), la necesidad de encontrar un trabajo remunerado, las presiones familiares o simplemente la casualidad, se conjugaron para determinar su incursión en la docencia. Incursión que se vio obligada más que deseada. Así, cada uno de ellos, con el paso del tiempo ha resignificado su vida profesional, es decir, los profesores tuvieron que abandonar su profesión para la que fueron formados y construyeron una nueva identidad profesional en torno a la docencia.

Aunado a esto, hemos visto a través del análisis de los Planes de Estudio de algunas instituciones universitarias que ofrecen la carrera de Biología, que no existe una formación pedagógica básica para los futuros profesionales de esta disciplina, siendo contrastante con el hecho de que la mayoría de los biólogos incursionan en la docencia en algún nivel educativo. Esto obliga a que los nuevos docentes recurran a viejas prácticas de la enseñanza, tomando como modelos a los profesores que tuvieron durante su vida como estudiantes, de los cuales probablemente reproducirán viejos hábitos o costumbres poco adecuados para la enseñanza.

Lo anterior representa un serio problema para los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que estos dos factores (tomar la docencia como una segunda opción y la falta de preparación pedagógica) podrían repercutir de manera negativa en las formas en que se concibe la acción didáctica. Es decir, el desconocer lo que implica estar al frente de un grupo y transmitir ciertos conocimientos, contribuye a que se generen *creencias* y *costumbres* contrarias acerca de la práctica docente.

En este sentido, el análisis evidenció que las principales cualidades percibidas por los biólogos para desempeñarse como docentes en nivel superior son básicamente el amplio dominio, que el profesor debe tener, de la disciplina que imparte y el gusto por lo que hace. Esto me lleva a pensar que ese gusto que mencionan, se traduce en un

compromiso con lo que implica *ser* docente y tener conciencia de la responsabilidad que adquiere un profesor en la formación de sujetos capaces de pensar por sí mismos.

Por otro lado, el enunciar el dominio de la disciplina como principal rasgo del *buen* profesor, me permite establecer que no basta con tener un amplio conocimiento de las diferentes teorías que existen sobre el aprendizaje, o conocer un gran número de técnicas de enseñanza para poder diseñar estrategias didácticas que posibiliten que el alumno aprenda, sino que se requiere antes que otra cosa, saber, dominar, entender, manejar de manera clara y precisa el contenido a enseñar. Así pues, con un pobre conocimiento de los saberes que se enseñan, poco o nada se puede hacer didácticamente. Los docentes no podemos enseñar lo que no sabemos.

De esta forma, en el discurso de los profesores, quedan relegadas en segundo término, cualidades como el manejo del Programa de Estudio, respeto por el otro, es decir por el alumno, conocimiento de estrategias y técnicas de enseñanza, así como también, el conocimiento del nivel cognoscitivo del sujeto al que se enseña.

Así mismo, de acuerdo a la noción de enseñanza que enunciaron los entrevistados, estas pueden ser clasificadas en dos grupos. El primero hace referencia a las connotaciones de la enseñanza como una transmisión mecánica de conocimientos disciplinarios, procedimentales y actitudinales. En el segundo, se relaciona la enseñanza con una visión de estrategia del docente, es decir, el profesor no sólo recita datos, hechos, principios, sino también diseña, planea, dirige, plantea, evalúa acciones o actividades que le permitan al alumno apropiarse de los diferentes saberes.

En cualquier caso, estas dos visiones que poseen los profesores, en cuanto a lo que significa o implica enseñar, necesariamente estarán estructurando su práctica didáctica. Es decir, estas teorías implícitas que los docentes han construido empíricamente a través de su trayecto biográfico, permean las formas en que el profesor lleva a la práctica la enseñanza de tal o cual tema.

Respecto al análisis del conocimiento que poseen los maestros entrevistados acerca del concepto de *adaptación biológica*, concluiré dos puntos sumamente importantes: a) existen diferencias en cuanto a la definición de lo que es en términos evolutivos la *adaptación biológica* y b) se evidenció la ausencia de los factores de variación genética, tiempo, herencia y población, en los discursos de la mayoría de los docentes para explicar lo que es este concepto.

En cuanto al primer punto, mientras que algunos profesores conciben la *adaptación biológica* como un proceso, otros la connotan más como característica que poseen los sistemas vivos, característica resultante de mecanismos evolutivos. Ambas concepciones implican grandes diferencias entre una y otra. Así, al connotar la *adaptación biológica* como característica o rasgo fenotípico, los docentes entrevistados aluden a tres tipos de

rasgos: etológicas, morfológicas y fisiológicas; los cuales, básicamente, han surgido por acción de la selección natural.

Por lo tanto, al concebir la *adaptación biológica* como característica, los docentes limitan su explicación a hechos meramente descriptivos y estáticos, es decir, separan el fenómeno de *adaptación biológica* de elementos causales que explican el surgimiento de estos rasgos que mencionan, tales como la selección natural, las fuentes de variación genética y el transcurso del tiempo. Así mismo, se enuncia la idea de que todos los rasgos fenotípicos que presentan los organismos pueden representar características adaptativas. Lo cual, no es necesariamente correcto, ya que se ha demostrado que algunas características se han fijado por mecanismos diferentes a la selección natural y que no aportan un *fitness* biológico para los organismos que las poseen.

Por otro lado, los docentes que conciben a la *adaptación biológica* como un proceso reconocen una serie de elementos o condiciones que se tienen que cumplir para que dicho fenómeno ocurra. En este sentido, algunos profesores mencionaron las mutaciones, la selección natural, el ambiente y el tiempo como algunos de estos componentes necesarios para el proceso de *adaptación biológica*. Sin embargo, es importante señalar, que estos elementos aparecen de manera aislada en los discursos, es decir, mientras que algunos profesores enuncian las mutaciones como fuentes de variación genética, dejan fuera el resto de los elementos mencionados, y en otros casos al considerar la selección natural como la principal fuerza que dirige el proceso de *adaptación biológica*, deslindan la acción de las fuentes de variación génicas, el ambiente y el tiempo en el proceso de *adaptación biológica*.

Así mismo, es importante resaltar que dentro de los enunciados de los docentes que aluden a las fuentes de variación genética, únicamente acotan su discurso a las mutaciones, dejando de lado procesos importantes para el surgimiento de variación genética dentro de las poblaciones, como lo son la recombinación genética y la transferencia horizontal de genes.

En este mismo orden de ideas, independientemente de cómo visualizan la *adaptación biológica*, en algunos discursos, los docentes aluden a procesos “lamarckistas” o deterministas para explicar el surgimiento, o el proceso de *adaptación biológica*, ya que recurren a frases que podrían estar dando el mensaje de que los organismos, por necesidad o por deseo, buscan la manera de adaptarse. En este aspecto, resulta necesario reflexionar la forma en que se explica el concepto de *adaptación biológica*, ya que para la mayoría de los biólogos podría darse por hecho a qué se refieren con este tipo de frases, sin embargo para alumnos de bachillerato las ideas “lamarckistas” del sentido común son las que principalmente gobiernan su entendimiento del proceso evolutivo, puede resultar sumamente contraproducentes, ya que se estarían reafirmando estas nociones equívocas del proceso evolutivo.

Así mismo, encontramos una visión tautológica con respecto a este tema, que dentro de algunas de las definiciones de los profesores que consideran a *adaptación biológica* como características (que les permiten a los organismos sobrevivir en el ambiente en donde se encuentran y que incrementan su *fitness* biológico) explican el surgimiento de éstas por un proceso de adaptación, de tal manera que el fenómeno que explican es al mismo tiempo el hecho causal: los “*organismos poseen adaptaciones porque se adaptan al ambiente*”.

Referente al segundo punto, cuando la mayoría de los docentes aluden a la *adaptación biológica* ya sea como un proceso o característica, y enuncian las causas que la propician, todos coinciden en señalar a la selección natural como la única fuerza que dirige el proceso de *adaptación biológica*. No obstante, un docente en particular, menciona a la deriva génica como otra fuerza evolutiva que propicia dicho fenómeno. Sin embargo, independientemente del mecanismo que elijan para explicar el surgimiento de la *adaptación biológica*, en sus discursos dejan fuera elementos necesarios para entender de manera global éste concepto evolutivo. Es decir, para poder comprender y explicar de una manera cabal y fehaciente lo que implica el proceso de *adaptación biológica*, es necesario retomar o recurrir a las fuentes de variación génicas, tales como las mutaciones, la recombinación genética y la transferencia horizontal de genes, para explicar el surgimiento de variaciones fenotípicas dentro del seno de las poblaciones de organismos, variaciones sobre las que actuará la selección natural y de esta manera se propicie el proceso adaptativo.

Así mismo, el factor tiempo juega un papel importante, ya que el proceso de *adaptación biológica* se lleva a cabo durante el transcurso de muchas generaciones y, en este sentido, es importante considerarlo, ya que la mayoría de los alumnos y profesores intuyen de manera errónea que la *adaptación biológica* es un proceso rápido y que se da en un solo individuo.

Con respecto a la herencia, pocos profesores la mencionan al hablar del proceso adaptativo. En este sentido, a través de los procesos hereditarios es como se puede entender que aquellas variantes ventajosas, que surgen en las poblaciones, se transmitirán a las siguientes generaciones y con el transcurso del tiempo se fijarán en la mayoría de los individuos de la población.

Así pues, el análisis de los conocimientos disciplinarios de los profesores nos permite establecer el dominio del contenido como una pieza fundamental para la acción didáctica del docente. Dominio que se traducirá en un pensamiento más flexible que le permita al profesor encontrar nuevas formas de abordar un mismo tema, facilitar el aprendizaje y motivar al alumno para aprender.

En otro orden de ideas, si bien es cierto que el CCH promueve que durante la enseñanza de la Biología se privilegie una educación en la cual se tomen como ejes la relación

sociedad-ciencia y tecnología, esta visión no se encuentra en todos los docentes, ya que algunos profesores acotan la importancia de enseñar este tema evolutivo a que el alumno posea una mejor comprensión de la evolución. En otros casos, además del aprendizaje de lo biológico, la importancia también recae en otorgar al alumno habilidades motoras y cognitivas para que por sí mismo aprenda.

En menor medida, encontramos profesores que coinciden con los anteriores en cuanto a los conocimientos disciplinarios y procedimentales, pero además señalan la formación en cultura básica, como la razón principal para la enseñanza del concepto de *adaptación biológica*. Por contrario, la relación sociedad-ciencia y tecnología no fue nombrada por ninguno de los profesores entrevistados.

Por otra parte, el análisis de la perspectiva de los profesores en relación con la complejidad (en el aprendizaje) del concepto de *adaptación biológica*, me permite identificar tres nociones distintas. Para algunos profesores, la complejidad está determinada por el grado de abstracción del concepto. Otros señalan que la contraposición entre las ideas implícitas del alumno (preconcepciones) y los datos provenientes de la ciencia sobre el proceso de *adaptación biológica*, incrementa la complejidad del tema. Y, finalmente, otro grupo de profesores considera que la complejidad de un tema, una unidad o un concepto, no ésta dada por el conocimiento científico en cuanto tal, sino por la habilidad del docente de traducir, graduar y poner a disposición del estudiante los elementos necesarios para un aprendizaje sencillo y comprensible.

En este último aspecto recae, desde mi punto de vista, la principal función del docente: enseñar el contenido, por más complejo que este sea, de manera sencilla para el estudiante. Es decir, el profesor como un experto de la disciplina que imparte, a través de una reflexión personal y un análisis profundo de lo qué debe enseñar, cómo lo debe enseñar y para qué lo debe enseñar, encontrará las mejores formas, actividades o acciones que le permitan al estudiante aprender de manera sencilla y significativa la complejidad de las diferentes disciplinas que se imparten a nivel medio superior.

Lo anterior sólo se logrará si los profesores parten de un conocimiento amplio y flexible de los temas que enseñan, por tanto, el empleo de estrategias de enseñanza-aprendizaje sólo tendrán sustento si el docente conoce y domina su disciplina. De nada sirve tener una amplia gama de actividades, si se desconoce, en este caso, lo biológico.

Otra de las habilidades docentes que se debe destacar en el trabajo didáctico, desde mi perspectiva, es la reflexión²⁵. Reflexión entendida como el trabajo de pensamiento que lleva a cabo el docente con respecto a múltiples factores que se conjugan en la acción didáctica. Así, el reflexionar qué tan complejo es el conocimiento que se enseña posibilita al docente plantear mejores acciones que propicien el aprendizaje.

Por tanto, es necesario fomentar un pensamiento reflexivo durante los procesos de formación de los nuevos docentes, ya que sólo así se podrán reinventar formas que permitan un mejor desempeño didáctico y romper con esquemas rutinarios que aletargan el quehacer docente. Así, reinventar la profesión supone reinventarnos como profesionales y ese complejo proceso es impensable sin el poder de la reflexión. “La reflexión del profesor, la novedad de ese viejo principio”.

En lo que respecta a las estrategias de enseñanza, el CCH las presenta desprovistas de su ámbito reflexivo-metodológico, inclinándose más hacia una visión tecnocrática. Por ello, es necesaria una revisión de los Programas de Estudio del Colegio, para reorientar y adecuar lo que es e implica el diseño de estrategias didácticas, retomando cada uno de los elementos que las conforman. De esta manera se estaría dotando a los docentes de mejores herramientas que les posibiliten un mejor desempeño pedagógico.

En relación a las estrategias de enseñanza que se emplean para impartir el tema de *adaptación biológica*, a través del análisis he detectado importantes diferencias entre las nociones de los docentes entrevistados, las cuales he agrupado en dos categorías. Aquéllos que visualizan la estrategia didáctica como un conjunto de acciones con una lógica y secuencia, y aquéllos que definen las técnicas didácticas como estrategias de enseñanza.

Al mismo tiempo, existen serias contradicciones entre lo que se “dice” y lo que se “hace” para la enseñanza del tema de *adaptación biológica*. Es decir, que durante la comparación entre las estrategias que mencionan los docentes, los ejemplos que emplean para definir el concepto de *adaptación biológica* y los aprendizajes que marca el Programa de Estudio de Biología IV, no se percibe una congruencia. Así, mientras que en los ejemplos que emplean en clase connotan a la *adaptación biológica* de una manera, ya sea como proceso o como característica, en las estrategias de enseñanza se plasma de otra forma, lo cual, difícilmente coincide con el aprendizaje planteado para dicho tema.

Esta contradicción entre la teoría y la práctica también se ve reflejada en lo que se busca que aprenda el alumno al final de la enseñanza de este tema evolutivo, ya que un gran porcentaje de los profesores se inclina por los conocimientos disciplinarios como lo mínimo que debe aprender el alumno, dejando en segundo término el aprendizaje de otro

²⁵ Para Montero (2001) la reflexión consiste en el proceso de mirar retrospectivamente lo que ha ocurrido, y reconstruir los significados de los acontecimientos, las emociones, los logros. Un conjunto de procesos que nos permiten decir que un profesional aprende de la experiencia. La reflexión es, desde esta perspectiva, una disposición, un conjunto de estrategias y un tipo particular del conocimiento analítico

tipo de saberes de corte formativo. Lo anterior contrasta con lo que propone el modelo educativo del CCH, al colocar en un mismo nivel de importancia tanto los aprendizajes disciplinarios, como los formativos y actitudinales.

De esta forma, hemos visto que la enseñanza de la *adaptación biológica* se ve condicionada por las ideas, nociones y creencias que posee el profesor (en los ámbitos pedagógico y disciplinario), las cuales han sido construidas a través de un trayecto de vida, en donde el profesor, al no contar con una formación básica para desempeñarse como docente, ha tenido que retomar sus teorías implícitas (las cuales han sido forjadas en su propia experiencia como alumno) para llevar a cabo una profesión que en primera instancia no le pertenece.

Por tanto, el conocer estas ideas que poseen los docentes en cuanto a la enseñanza de un tema en particular, en este caso de la *adaptación biológica*, nos permite tener un panorama más amplio de las acciones a proponer para mejorar los procesos de enseñanza, lo cual indudablemente repercutirá de manera positiva en los procesos de aprendizaje. En este sentido, es un punto importante atender los procesos de formación de docentes; formular mejores políticas educativas que permitan no sólo dotar de herramientas didácticas a los profesores, sino de manera preponderante, vigilar la actualización y el dominio que poseen con respecto a los contenidos que enseñan, ya que se pueden tener los mejores conocimientos didácticos, generar las mejores estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje en los estudiantes, pero esto no tendrá utilidad si se desconoce lo que se enseña.

En este contexto se ubica la propuesta de la presente investigación. En la medida en que conozcamos el pensamiento docente con respecto a lo que enseña, y cómo lo enseña, se podrán proponer mejores acciones que subsanen o fortalezcan este conocimiento docente que dirige el proceso de enseñanza-aprendizaje. El comprender el pensamiento docente hace posible construir proyecciones hacia escenarios no sólo deseables o probables sino posibles.

Así mismo, resulta primordial considerar la evaluación que las instituciones hagan de la práctica docente, no para sanción o marginación de los sujetos, sino para elaborar propuestas que permitan mejorar tanto los procesos de enseñanza como los de aprendizaje. Dicha evaluación necesariamente tendrá que indagar el tipo de creencias que los profesores tienen acerca de sus alumnos, del aprendizaje, de la escuela, de su función profesional, del contenido a enseñar, de la manera en que se interpreta la misión y visión de la institución.

Se ha considerado que si la evaluación de la práctica docente indaga las nociones, creencias y valores de los profesores, puede anticipar mejores logros académicos, sobre todo cuando el docente se constituye como un práctico reflexivo (Monroy, M. 1998).

Evaluar la actividad del profesor en este sentido ofrece la oportunidad para reflexionar sobre los cursos de desarrollo profesional que brindan las instituciones educativas y la necesidad de abrir espacios para realizar sesiones o talleres que permitan reflexionar sobre el sentido y significado de dicha actividad.

Si consideramos que las representaciones, creencias, teorías y valores conllevan expectativas acerca de cómo se va a actuar y que sirven de guía para la acción, no se puede pasar por alto indagar y reflexionar sobre el conocimiento disciplinario y pedagógico de los profesores.

Así pues, la presente investigación a través de la reconstrucción del pensamiento docente, que discursivamente enunciaron los profesores acerca de la enseñanza del concepto de *adaptación biológica*, me permitió, por un lado, aproximarme de forma diferente a la práctica docente, a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Acercamiento que necesariamente implicó adentrarse en un fenómeno social complejo, el cual se ve influenciado por diferentes aspectos, tanto políticos y sociales, como económicos y pedagógicos dentro del aula, y de esta forma, proponer algunos elementos necesarios que reorienten, no sólo la enseñanza del concepto *adaptación biológica*, sino posiblemente también, la formación docente. Pero principalmente, me permitió construir otra noción de lo que implica *ser docente*, noción que se circunscribe más en un acto reflexivo-metodológico, que en algo tecnocrático.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D. J. 2004. *Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. (1): 3-16.
- Acevedo, D. J. 2009. *Conocimiento Didáctico del contenido para la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia (I): El Marco Teórico*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Ed. 6(1): 21-46.
- Andrade, E. y Fajardo, C., D. 2008. *Niveles de selección y la cuestión ontológica acerca de las jerarquías biológicas*. El Hombre y la Máquina. 30: 86-99.
- Ault, Ch. R. 1982. *Time in Geological Explanations as perceived by elementary-School Studens*. Journal of Geological Education. V. 30, 304-309.
- Ayuso, G. E. y Banet, E. 2002. *Pienso más como Lamarck que como Darwin: comprender la herencia biológica para entender la evolución*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. No. 32: 39-47
- Berger, P. y Luckman, T. 1984. *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires. Amorrortu.
- Bernstein, B. y Díaz, M. 1985. *Hacia una teoría del discurso pedagógico*. Revista Colombiana de Educación. No. 15.
- Bishop, B. A. and Anderson, C. 1985. *Evolution by natural selection: A teaching module* (Occasional paper No. 91), East Lansing, MI, Michigan State University.
- 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): 70-86.
- Bourdieu, P. y Passeron, J. 1979. *La reproducción: elementos para una teoría del sistema de enseñanza*. México. Laia.
- Bunge, M. 1989. *Epistemología de la Ciencia*. Barcelona. Ariel
- Bunge, M. 1982. *Filosofía de la física*. Barcelona. Ariel.
- Cachón, G., V. 2008. *La teoría del equilibrio puntuado y el neodarwinismo*. México. Limusa
- Camarena, O. E. 2009. *La Enseñanza. Imaginarios Docentes*. México. Gernika.
- Camarena, O. E. 2007. *Didáctica. Estructura y actividades en el aula*. México. Gernika.
- Camarena, O. E. 2002. *Investigación y Pedagogía*. México. Gernika.

- Campanario, J. y Moya, A. 1999. *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Enseñanza de las ciencias, 1999, 17 (2), 179-192.
- Caponi, G. 2006. *El viviente y su medio: antes y después de Darwin*. Scientiæ zudia, São Paulo. v. 4 (1): 9-43
- Colegio de Ciencias y Humanidades. 2002. *Programa de Estudio de Biología IV. Área de Ciencias Experimentales*. Universidad Nacional Autónoma de México
- Colegio de Ciencias y Humanidades. 1996. *Programa de Estudios Actualizado*. México. UNAM. pp. 34-52, 59-61
- Coll, C. 2002. *Qué es el constructivismo*. Magisterio Del Rio De La Plata. Argentina.
- Coll, C. 1998. *Psicología genética y aprendizajes escolares, Siglo XXI*, Madrid, 1998.
- Coll, C. y Miras. 1993. *La representación mutua profesor/alumno y sus repercusiones sobre la enseñanza y el aprendizaje*. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi. *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la Educación*. Madrid. Alianza Editorial.
- Comenio, J. 2008. *Didáctica Magna*. México. Porrúa.
- Corredor, V, 2007. *Filosofía, darwinismo y evolución. Neodarwinismo y nueva síntesis*. Colombia. Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Filosofía.
- Conteras, D. J. 1990. *Enseñanza, currículum y profesorado*. Madrid. Akal.
- Cornelius, C. 1983. *La institución imaginaria de la sociedad*. Vol. 1. Barcelona. Tusquets.
- De la Gándara, M. y Gil, J. M. 2002. *El Aprendizaje de la Adaptación*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. No.32: 65-71.
- Dressino, V. y Lamas, S. G. 2006. *Problemas del programa adaptacionista y su influencia en la Teoría Sintética*. Episteme. Porto Alegre. 11(24): 403-418.
- Dewey, J. 2002. *Democracia y Educación*. 5ta. ed. Morata. Madrid.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. 2002. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. 2ª. ed. México. Mc Graw Hill.
- Dirección general del Colegio de Ciencias y Humanidades. 2006. *Orientación y Sentido De Las Áreas Del Plan de Estudios Actualizado*. México, UNAM. pp.7-10
- Dobzhansky, T., Ayala, F.J., Stebbins, G.L. y Valentine, J.W. 1980. *Evolución*. Barcelona. Omega.

- Eder, M. 2005. *La explicación en la enseñanza y en las ciencias*. Revista Enseñanza de las Ciencias. Número extra.
- Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Plan de Estudios. Recuperado el 20 de julio de 2009, de (<http://www.encb.ipn.mx/bio/>).
- Espinosa, M., A. 2006. *Análisis de la Estructura Didáctica para los contenidos de la Unidad II (¿por qué se considera a la variación genética como la base molecular de la biodiversidad?), en el programa de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades*. Tesis de Maestría. México. FES Iztacala, UNAM. pp. 98.
- Facultad De Ciencias. Plan de Estudios. Recuperado el 20 de julio de 2009, de (<http://www.fciencias.unam.mx/licenciatura/biologia/index.html>).
- Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Plan de Estudios. Recuperado el 20 de julio de 2009, de (<http://biologia.iztacala.unam.mx/>).
- Freeman, S. y Herron, J. 2002. *Análisis evolutivo*. Madrid. Prentice Hall.
- Furlán, A. 1978. *Construcción de la estructura metodológica*, en Aportaciones a la didáctica de la educación superior. México. ENEPI-UNAM.
- Futuyma, D. 2005. *Evolution*. Sunderland, Massachussets: Sinauer
- Gadamer, H. 1993. *Verdad y Método*. Salamanca. Sígueme.
- Gagliardi, R. 2008. *Enseñar Biología: para qué, cómo, cuándo. Algunos elementos de la didáctica de la Biología*. Memorias, V Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. Colombia.
- Gándara, G. M., Gil, Q. M., Sanmartí, P. N. 2002. *Del modelo científico de "adaptación biológica" al modelo de "adaptación biológica" en las libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria*. Enseñanza de las ciencias. 20 (2): 303-314.
- Gardner, H. 1983. *Estructuras de la mente*. México. FCE.
- Gimeno, S. 1989. *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid. Morata. pp. 20-22
- Gimeno, S. J. y Pérez, G. A. 1992. *Comprender y Transformar la Enseñanza*. Madrid. Morata.
- Gimeno, S. 1997. *Docencia y Cultura Escolar. Reformas y Modelo Educativo*. Argentina. Lugar Editorial.
- Ginnobili, S. y Blanco D. 2007. *Gould y Lewontin contra el programa adaptacionista: elucidación de críticas*. Scientiae studia 5(1): 35-48.
- Grau R. y De Manuel, J. 2002. *Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales. n. 32. pp. 56-64

- Glynn, S.M. y Takahashi. 1998. *Learning from analogy-enhanced science text*. J. Res. Sci. Teach. 35 (10): 1129-1149.
- González, G. L., Adúriz-Bravo, A. y Meinardi, E. 2005. *El modelo cognitivo de ciencia y los obstáculos en el aprendizaje de la evolución biológica*. Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII Congreso.
- Gómez, L. G. En prensa. *La enseñanza de los contenidos “mecanismos hereditarios” y “expresión genética y variación”, para el mejoramiento de la práctica docente en el Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco*. Tesis de Maestría. México. FES Iztacala, UNAM.
- Gómez, G. E. 2004. *El ingreso a la docencia y la construcción de la identidad*. Revista de Educación y Desarrollo. 2: 77-81.
- Gould, S. J. y Lewontin, R. C. 1979. *The spandrels of San Marco and the panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme*. Proceedings of the Royal Society of London. 205: 581-98.
- Guillén, F. C. 1994. *El nuevo enfoque en la enseñanza de la Biología en Secundaria*. Ciencia (45): 247-262.
- Hernández, F. y Sancho J. 1993. *Para enseñar no basta con saber la asignatura*. Barcelona. Paidós Ibérica.
- Honore, B. 1980. *Para una teoría de la formación*. Madrid. Narcea.
- Jiménez A. 2002. *Aplicar la idea de cambio biológico: ¿por qué hemos perdido olfato?* Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales. (32): 48-55.
- Jiménez, M. y Sanmartí, N. 1997. *¿Qué ciencia enseñar: objetivos y contenidos en la educación secundaria?* En Del Carmen, L. (coord.). *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Cuadernos de Formación del Profesorado, nº 9, Barcelona: ICE de la Universitat de Barcelona y Horsori Editorial.
- Kutschera, U. y Niklas, K., J. 2004. *The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis*. Naturwissenschaften. 91:255–276
- Mallart, J. 2000. *Didáctica: concepto, objeto y finalidad*. Santa Fe de Bogotá. McGraw Hill.
- Mardones, J. y Ursua N. 1982. *Filosofía de las ciencias humanas sociales*. México. Ediciones Coyoacán.
- Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*. Belknap Press. Cambridge M. A.
- Mayr, E. 1998. *Así es la Biología*. Madrid. Debate-Pensamiento.
- Mengacini, A. y Menegaz, A. 2005. *Propuesta didáctica para el tratamiento de cambio biológico*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. (2): 403-415.

- Molina, B. Z. 1997. *Planeamiento didáctico: fundamentos, principios, estrategias y procedimientos para el desarrollo*. San José, C. R. EUNED. pp. 61-126.
- Monroy, M. 1998. *El pensamiento didáctico del profesor: un estudio con profesores de ciencias histórico-sociales del Colegio de Bachilleres y del Colegio de Ciencias y Humanidades*. Tesis de maestría en Psicología Educativa. México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Montero, L. 2001. *La Construcción del Conocimiento del Profesional Docente*. Argentina. Homo sapiens ediciones.
- Moran, O. P. 2006. *La Docencia Como Actividad Profesional*. México. Gernika.
- Novak, J. 1988. *El constructivismo humano: hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos*. En Porlan, García y Cañal, *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla. Díada.
- Nuñez, J. C. 1996. *Motivación y aprendizaje escolar*. Congreso Nacional Sobre Motivación e Instrucción. Argentina. Actas, pp. 53-72.
- Ortega, C. D. En prensa. *Comprensión del saber docente acerca del contenido de recombinación genética en el curso de Biología III, en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Azcapotzalco. Una contribución para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Tesis de Maestría. México. FES Iztacala, UNAM.
- Okasha, S. 2006. *The Levels of Selection Debate: Philosophical Issues*. Philosophy Compass 1 PS 001: 1–12
- Pérez-Gómez, A. 1992. *El aprendizaje escolar: de la didáctica operatoria a la reconstrucción de la cultura en el aula*. En: Sacristán, G, Pérez-Gómez, A. *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid. Morata.
- Posner, G. Strike, K., Hewson, P. y Gertzog, A. 1982. *Acommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change*, Science Education, 66(2), pp. 211-277. Versión española Porlan, García y Cañal, *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla. Díada. pp. 91 - 114.
- Postic, M. 1978. *Observación y Formación de Profesores*. Madrid. Morata.
- Pozo, I. y Gómez, C. A. 1998. *Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. Morata.
- Purves, W. 2001. *Vida*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Rabino, M. C., García, M. B., Moro, L., y Minnaard, V. 2002. *Una propuesta para secuenciar contenidos en ciencias naturales desde una perspectiva lakatosiana*. OEI-Revista Iberoamericana de Educación. (1): 1-10.
- Remedi, E., Aristi, P., Castañeda, A. y Landesmann, M. 1989. *Maestros, entrevistas e identidad*. México. Departamento de Investigaciones Educativas. CINVESTAV, IPN.

- Ridley, M. 2007. *Evolution*. USA. Blackwell Publishing.
- Sánchez, M. M. 2000. *La Enseñanza de la Teoría de la Evolución a partir de las Concepciones Alternativas de los Estudiantes*. Tesis doctoral. México. UNAM.
- Sanjurjo, L. 2002. *La formación práctica de los docentes. Reflexión y acción en el aula*. España. Ediciones Homo sapiens.
- Savater, F. 1997. *El valor de educar*. Instituto de Estudios Educativos y Sindicales de América.
- Sequeiros, L., Pedrinaci, E. y Berjillos, P. 1996. *Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos*. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (4.2): 113-119.
- Sequeiros, L. 1991. *Desarrollo de las representaciones mentales sobre la evolución*. Alminar 20. 39-45.
- Shamos, M. H. 1993. *STS: A time for caution*. En R. E. Yager (Ed): *The Since, Technology, Society Movement*. Washington DC: NSTA.
- Shayer, M. y Adey, P. 1984. *La ciencia de enseñar ciencia*. Madrid. Narcea SA.
- Shulman, L. S. 1999. *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science teaching*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Stenhouse, L. 1984. *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid. Morata.
- Strickberger, W. M. 1996. *Evolution*. 2da. ed. USA. Jones and Bartlett Publishers.
- Titone, R. 1976. *Metodología didáctica*. Madrid. Rialp.
- Tozer, Steven, Thomas H. Anderson, and Bonnie B. 1990. *Foundational studies in teacher education: A re-examination*. . Armbruster (editors). New York: Teachers College Press.
- Tyler, R. 1973. *Principios básicos del currículo*. Buenos Aires. Troquel.
- Universidad Autónoma del Estado de México. Plan de Estudios. Recuperado el 20 de julio de 2009, de (<http://www.uaemex.mx/pestud/licenciaturas/Biologia.html>).
- Verdú del Campo, M. 1997. *Ecología Evolutiva. Aspectos Básicos*. México. UNAM. pp. 66-67
- Wasserman, Selma. 1999. *El estudio de casos como método de enseñanza*. Buenos Aires Educación. Agenda Educativa, Ed. Amorrotu.
- Williams, G. C. 1966. *Adaptation and Natural Selection: A critique of some current evolutionary thought*. Princeton University Press, Princeton.