

✓
**UN ACERCAMIENTO A LA EVALUACION
COMPARATIVA DEL DOCENTE DE
BIOLOGIA EN SECUNDARIA**



T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADA EN EDUCACION BASICA
P R E S E N T A
MA. DE LA LUZ MARTINEZ HERNANDEZ

MEXICO D.F., A 30 DE JULIO DE 1997

**C. PROF. (A) MARIA DE LA LUZ MARTINEZ HERNANDEZ
PRESENTE:**

**EN MI CALIDAD DE PRESIDENTE DE LA COMISION DE TITULACION DE ESTA UNIDAD
Y COMO RESULTADO DEL ANALISIS REALIZADO A SU TRABAJO, INTITULADO:**

**" UN ACERCAMIENTO A LA EVALUACION COMPARATIVA DEL DOCENTE
DE BIOLOGIA EN SECUNDARIA "**

OPCION TESIS

**A PROPUESTA DEL ASESOR C. PROF. (A) VICENTE PAZ RUIZ
MANIFIESTA A USTED QUE REUNE LOS REQUISITOS ACADEMICOS ESTABLECIDOS AL
RESPECTO POR LA INSTITUCION.**

**POR LO ANTERIOR, SE DICTAMINA FAVORABLEMENTE SU TRABAJO Y SE LE
AUTORIZA A PRESENTAR SU EXAMEN PROFESIONAL.**

ATENTAMENTE.


PROFR. MIGUEL ANGEL IBARRA HERNANDEZ
**PRESIDENTE DE LA COMISION DE TITULACION
DE LA UNIDAD 094 D.F., CENTRO UPN.**



**S. E. P.
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
UNIDAD 094
D. F. CENTRO**

CONTENIDO

Resumen

Introducción	1
Problema	3
Objetivos	5
Antecedentes	6
Estudios sobre Profesores de Ciencias Na-- turales	6
El Profesor de Ciencias Naturales	6
Formación y Actualización de los Profeso-- res de Ciencias Naturales	8
La Teoría de la Evolución	11
La Teoría de la Evolución en México	20
El Programa de Biología I de Secundaria ..	22
La enseñanza de la ciencia en Secundaria .	26
El modelo de Ausubel	32
El Modelo de Análisis Proposicional: un -- método para el estudio de la organización lógico-conceptual del conocimiento	38
Hipótesis	56
Metodología	57
Resultados	60
Discusión	69
Conclusiones	73
Bibliografía	75

Resumen.

Se hace una evaluación comparativa entre docentes de Biología I a nivel secundaria con diferentes perfiles de formación, contrastando a maestros de extracción universitaria y normalista. Para ponderar esto, se recurrió a dos parámetros, el saber del maestro (el dominio sobre la temática) y su calidad pedagógica (la capacidad para fijar conceptos con sus grupos). Para ello se recurrió al tema de evolución, eje de la Biología actual, y el modelo de Campos (1995) respectivamente. Se trabajó con cuatro maestros, dos universitarios y dos normalistas, en cuatro grupos en una escuela secundaria oficial de entorno urbano de México, D.F. Las conclusiones a las que se llegó fueron a que carece de importancia el perfil de la formación del docente, en su trabajo frente a grupo, pues ambos lotes lograron arribar al Marco Conceptual, sin embargo, la calidad de los enseñados no fue consistente con los conceptos aceptados, como ciertos en las teorías evolutivas actuales. Esto es, que el maestro tiene calidad pedagógica, pero carece de elementos teóricos para el manejo de los contenidos.

Introducción

En nuestro país, el problema del docente y de su formación ha sido objeto de múltiples reflexiones desde diversas perspectivas, ha provocado la producción de un número significativo de documentos y de investigaciones, éstas se han dividido generalmente en dos rubros; caracterización del docente y formación del mismo, sin embargo son escasas las contribuciones al conocimiento de un aspecto vital de la enseñanza, la evaluación de la eficacia y calidad de la misma. En este sentido Campos y Gaspar (1995) proponen una herramienta que permite evaluar el trabajo docente y la calidad de la misma, este modelo se apoya en el análisis del discurso tomando como referente la teoría del proceso de cognición desarrollado por Ausubel.

La falta de preparación de los docentes, al desconocer métodos y estrategias que guíen al alumno a la construcción de su conocimiento llevan al proceso enseñanza aprendizaje de una manera mecanizada sin permitir que el alumno experimente (Tirado, 1990). Hemos observado, en el primer año de educación secundaria, que las clases y prácticas propuestas por el maestro son de adiestramiento, en donde no se propicia el razonamiento, la reflexión ni la aplicación del conocimiento. (Guillén, 1994) Esta desubicación se debe a que el niño se encuentra en transición de la etapa de operaciones concretas a lógicas formales (Piaget, 1970), este momento crucial para el niño no es tomado en cuenta por el profesor de primer grado de secundaria e inicia el programa suponiendo que el niño ya está encausado al aprendizaje de las ciencias, sin embargo el niño requiere antes de conceptos sin sentido de Biología, haber practicado una serie de ejercicios de desarrollo de autonomía y de deslinde de dependencia de la opinión del maestro para evitar frenar el desarrollo de su autoestima y seguridad en sus conceptos. (SEP, 1993). Según Talanquer (1990), gran parte de las causas de esto se debe a que las exigencias para ser maestro de secundaria son menores en requerimientos pedagógicos que los necesarios para ser maestro de primaria, ya que basta con ser pasante de una área afín a la materia a impartir para poder trabajar frente a grupo.

Es por ello que la formación de los maestros de educación secundaria se puede ver desde dos puntos, en el primero se encuentran aquellos que se desarrollan en las normales (normal superior) donde si bien carecen de una base técnica profunda en contenidos, adquieren a cambio técnicas referidas a manejo de grupo, bases pedagógicas y didácticas específicas para su especialidad, cabe aclarar que la mayoría de los maestros en servicio en este nivel con una antigüedad superior a los 8 años son maestros de educación primaria antes que especialistas en Ciencias Naturales o Biología, esto es que son dos veces normalistas; en el otro aspecto se encuentran los maestros que no tienen formación docente, pero cuyo manejo de contenidos es mayor, ya que son egresados de universidades.

Esta diferencia de formación provoca un serio conflicto en la elaboración y seguimiento de los programas de Biología para la educación secundaria y los diferentes enfoques con que se manejan propicia diferentes criterios para su evaluación (Quiroz, 1991), sin embargo estos criterios en todos los casos carecen de una base teórica (Guillén, 1994), aspecto en el que el modelo de análisis proposicional es fuerte.

Este modelo desarrollado de acuerdo a un enfoque cognitivo y tomando como apoyo teórico la propuesta sociolingüística de Vygotsky, parte de la premisa de que el conocimiento se presenta en forma discursiva, el cual tiene algún tipo de organización y puede relacionarse con conocimientos científicos. Este método posibilita aproximarse a las estructuras lógico conceptuales del discurso, con el propósito de analizarlo como texto y en cuanto a su contenido científico. Además del estudio del conocimiento aprendido, con este método se puede analizar el proceso de aprendizaje de conocimiento y el cambio conceptual. Los resultados de análisis con este método permiten establecer validez epistemológica, potencial explicativo, estructuras de razonamiento, análisis de demandas cognoscitivas y potencial comunicativo; en nuestro caso utilizaremos este modelo como base para evaluar el conocimiento aprendido en la enseñanza de una temática de Biología.

Este modelo se ha diseñado para identificar las ideas principales en una organización conceptual y la organización de la misma, de acuerdo con su contenido lógico conceptual. Las organizaciones conceptuales que se expresan como estructuras discursivas se analizan tomando en cuenta su carácter semántico y sintáctico.

Con estos antecedentes del estado de la investigación educativa en México, sobre la evaluación de la calidad de la enseñanza y, de la creación de una herramienta que posibilite este aspecto nos fue posible abordar la problemática de cómo evaluar el trabajo docente del maestro de Biología a nivel secundaria, utilizando para ello una herramienta valoración conceptual y la enseñanza de una temática, el concepto de evolución, este es un punto básico para la concepción de la Biología como estudiosa de los seres vivos dentro del programa actual de Biología I de la educación secundaria. (SEP, 1993)

Problema

Justificación

De la observación directa de mi práctica cotidiana me he dado cuenta que la formación de los maestros en la educación secundaria, cobra especial relevancia en la calidad de la enseñanza que se imparte en este nivel; es una cuestión clara que el manejo de contenidos se da de manera más fluida en los maestros que llamaremos universitarios, en comparación a los maestros normalistas, sin embargo un maestro normalista tiene los elementos técnicos suficientes para enseñar, situación de la que carecen los universitarios; para ellos, lo importante es la enseñanza, en tanto que para los normalistas la visión de la educación es más integral. Esta observación empírica nos lleva a documentar de manera sistemática la aseveración, para ello nos planteamos el analizar de manera comparativa el trabajo de estos dos tipos de maestros de nivel secundaria en mi centro de trabajo.

El interés en este aspecto parte de saber si esta observación empírica es real o es un supuesto permeado por mi subjetividad; de ser real, situación que buscaremos documentar, se llegará entonces a hacer un diagnóstico de esta situación para una muestra pequeña, una vez realizado, sirva como antecedentes para trabajos al respecto.

Para este finalidad y con la consigna de evitar subjetividades, hemos elegido evaluar el trabajo del docente a partir del reflejo de su trabajo en quien realmente importa, el alumno, seleccionando una temática en particular para poder ponderar esta calidad de la enseñanza. Mi práctica la realizo, a pesar de no ser egresada específicamente de la especialidad de Biología, sino Licenciada en Educación Media en el Área de las Ciencias Naturales, imparto dicha materia (Biología I), por lo cual pretendo medir en esta materia las variables de la problemática sugerida, el tema en particular es el de Evolución, tema clave en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria, pues si hacemos caso a la frase de Dobzhansky "En Biología nada se puede ver si no es a los ojos de la evolución", llegaremos a decir que si el alumno no comprende a la evolución como elemento articulador de esta ciencia, no se habrá hecho trabajo relevante en la enseñanza de esta materia. Es por ello que evaluaremos la calidad de la enseñanza del maestro a partir de resultados tangibles en la fijación de conceptos de este tema en el alumno.

Planteamiento del problema

De lo antes vertido podemos ver que existe una doble problemática en la educación secundaria, por un lado se encuentra el de la formación de su planta docente, ya que se ha atacado mucho la deficiencia de la misma de manera específica (Vera, 1982), y al mismo tiempo la improvisación de maestros especialistas en secundaria, esto consideramos que afecta de manera directa el aprendizaje del alumno de este nivel (Quiroz, 1991, Guillén, 1994), sin embargo se carece de evidencias directas de lo mismo.

Por eso nos proponemos evaluar el trabajo del docente en servicio a partir de tomar como referente su formación normalista o universitaria, sirviéndonos como criterio el aprendizaje que se logra fijar en el alumnado con el que trabajan, usando para ello la temática de evolución, tema especializado de Biología, y la herramienta del Modelo Análisis Proposicional propuesta por Campos y Gaspar.

Ingerencia de la problemática planteada

El ámbito de desarrollo de nuestra problemática, nosotros la consideramos como general en todo el sistema educativo mexicano, sin embargo nuestros reducidos recursos no nos permitiría realizar un trabajo de tipo extensivo en este punto, por ello es que he recortado el nivel de ingerencia a evaluar a mi escuela de trabajo, la Esc. Sec. Diurna N° 3 "Héroes de Chapultepec", enclavada en la delegación Cuauhtemoc, en esta pondremos especial énfasis en los grupos de primer grado, se cuenta con cinco de ellos, de los cuales se censarán 4, lo que nos dará una muestra por demás significativa de la población de este nivel para el trabajo de esta materia.

Objetivos

Nuestro estudio se propone realizar un análisis reflexivo, claro y conciso de la relación existente entre la formación del maestro y la calidad de su práctica, empleando para ello la aplicación del Modelo de Análisis Proposicional, el cual será útil para la solución del problema de la evaluación del trabajo docente de manera teorizada. En función de lo anterior, se hace necesario señalar que a lo largo de nuestra investigación tratamos de contestar las siguientes interrogantes respecto al objeto de estudio:

- ✦ ¿Qué aprende el alumno de secundaria sobre evolución?
- ✦ ¿Qué importancia tiene la formación del maestro en la enseñanza?
- ✦ ¿Cuáles son los factores que nos permiten evaluar de manera concreta la fijación de conocimientos en el alumno?
- ✦ ¿Cuál de las dos formaciones de los docentes en servicio, normalista y universitaria es más acorde para el trabajo en escuela secundaria?

Antecedentes

Estudios sobre el profesor de Ciencias Naturales.

Una relación precisa de los antecedentes sobre los estudios del Profesor de Ciencias Naturales se da en Waldenberg (1995), una transcripción de la misma se da a continuación.

En nuestro país, el problema del docente y de su formación ha sido objeto de múltiples reflexiones desde diversas perspectivas, y ha provocado la producción de un número significativo de documentos de investigación, ensayos y opiniones (Calvo et al., 1993; García y Landesman, 1993; Ducoing et al., 1993). Sin embargo, son pocos los estudios que tratan aspectos específicos relacionados con profesores de determinadas disciplinas, en particular del área científica (Física, Química o Biología) de los diferentes niveles de educación. De los 208 documentos analizados para elaborar los estados del conocimiento sobre "Enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la tecnología", mencionados por Waldenberg (1995) sólo 16 de ellos (7.6%) tratan algún aspecto relacionado con el profesor de ciencias. Se consideró que de éstos, sólo cinco documentos cumplen con los criterios para ser revisados como productos de una investigación, los cuales son revisados en esta sección.

La sección se estructuró en dos apartados: en el primero se analizan los estudios que intentan caracterizar a los docentes de Ciencias Naturales, y en el segundo se abordan las investigaciones sobre los procesos de formación y actualización de estos profesores.

Es importante señalar que la denominación "Profesor de Ciencias Naturales" abarca a todo aquel docente que enseñe esta área del conocimiento como tal o cualquiera de las asignaturas que están comprendidas en ella. Por lo tanto, los maestros de primaria son también profesores de ciencias naturales, puesto que imparten esta asignatura dentro de su programa general de estudios. Asimismo, los docentes de secundaria, bachillerato, licenciatura y normal que cumplan con el criterio señalado son considerados profesores de Ciencias Naturales.

El Profesor de Ciencias Naturales

Durante las dos últimas décadas, el profesor ha ocupado un lugar central en el debate sobre la calidad de la educación científica que se imparte en los centros escolares. La creencia de que las características de los profesores de ciencias determinan significativamente el éxito de los estudiantes, permeó una buena parte de los programas de formación docente y de los proyectos de investigación en este campo. En varios países, principalmente en Estados Unidos, muchos investigadores centraron su atención en el estudio de las características de las personas que ingresan a los programas de formación de profesores, de los estándares que se deben alcanzar al finalizar estos programas y de la evaluación de los resultados de los procesos de formación.

La preocupación por conocer las características de los profesores de ciencias y de aquellos que se están formando está presente en diversos estudios (Weiss, I., 1987, citado en Guillén, 1994). La edad, el género, el origen étnico, la habilidad intelectual y el conocimiento de la disciplina son algunas de las características estudiadas.

En 1983 Druva y Anderson (citado en Walddenmberg, 1995) hacen una revisión de 65 estudios sobre las características de los profesores de ciencia, sintetizando la investigación realizada en Estados Unidos hasta ese momento. Ellos establecen una correlación entre las características de los profesores (por ejemplo, género, IQ, variables de personalidad) -- como variables independientes-- y su comportamiento en clase y el éxito de los estudiantes, como variables dependientes. Encuentran que el índice de correlación es muy bajo, por lo tanto, no es posible sostener la idea de que profesores con ciertas características son mejores que otros. Otro estudio realizado por la National Research Council (NRC), en 1990, (citado en Waldenberg, 1995) toma el éxito de los estudiantes como el principal indicador y llega a resultados similares. Sin embargo, otros autores sostienen que es posible establecer ciertos vínculos entre algunas características del profesor y aspectos específicos relacionados con la enseñanza de la ciencia, algunos trabajos muestran que el desarrollo del pensamiento formal de los futuros profesores influye en sus actitudes, habilidades y conocimientos relacionados con los procesos científicos y en su comportamientos en clase.

Otro punto polémico que muestra la dificultad de establecer una relación entre las características del profesor y el éxito en su enseñanza es el dominio que el docente tiene de la disciplina científica que enseña. Algunos autores encuentran que los mejores profesores de educación básica que enseñan la ciencia mediante procesos de indagación, son aquellos que tienen conocimientos mínimos de la materia, otros señalan que un conocimiento más profundo de la disciplina hace un mejor maestro. Roth y Piphó (1991), citado en Waldenberg, (1995), manifiestan que la relación entre la capacidad intelectual del profesor y la eficiencia en la enseñanza aún no está suficientemente documentada.

Los resultados de las investigaciones que intentaron establecer una correlación entre las características del profesor y el éxito de la enseñanza, y los aportes de las investigaciones psicológicas sobre el aprendizaje y el aprendiz, en particular los estudios sobre las ideas de los alumnos acerca de los fenómenos naturales, los procesos de adquisición de las nociones, conceptos y procedimientos científicos, crearon condiciones para que los estudiosos del tema buscaran nuevas formas de abordar el problema. Por otra parte, la investigación interpretativa en el campo de la enseñanza de las ciencias en Estados Unidos surge a finales de la década de los setenta y tiene un rápido crecimiento en la última mitad de los ochenta (Gallagher, 1984). Este tipo de estudios permite empezar a conceptualizar al docente y al hecho educativo desde una perspectiva más amplia.

Las investigaciones emergentes sobre el docente de Ciencias Naturales, en reconceptualización; centran su interés en comprender los procesos de pensamiento y de toma de decisiones del docente, sus teorías y creencias. Algunas preguntas que aparecen son: ¿cómo se ven a sí mismos los docentes?, ¿qué concepción tienen acerca de la naturaleza de la ciencia?, ¿qué piensan sobre la enseñanza y el aprendizaje de los conocimientos y procesos científicos?

En nuestro país, los estudios sobre el docente de ciencias naturales, realizados en la década 1982-1992, son casi inexistentes. Esta afirmación se basa en los documentos reportados en los estados del conocimiento correspondientes a los siguientes campos temáticos: "Docentes de los niveles básico y normal" (Calvo et al., 1993) y "Académicos" (García y Landesmann 1993). Tanto en el análisis como en la bibliografía de los mismos no aparece ningún estudio sobre los profesores de ciencias naturales. El correspondiente a "Enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales" (León, Goñi, et al., 1993) sólo reporta un documento que intenta caracterizar a los docentes de la asignatura Química General de la Facultad de Química de la UNAM, mediante una encuesta de opinión entre los estudiantes (Hernández et al., 1990).

Sin embargo, los aportes de las investigaciones sobre los docentes de educación básica y normal y sobre los académicos, proporcionan elementos importantes para empezar a pensar la forma de aproximarnos al profesor de ciencias naturales, es decir, cómo construir una conceptualización de éste que permita comprenderlo desde una perspectiva social e histórica y no únicamente pedagógica.

Los estudios sobre el docente como sujeto social evidencian la necesidad de romper con la concepción "cerrada de la educación, de la escuela, del maestro y de la práctica docente" (Calvo et al., 1993, p. 7). Para aproximarnos al profesor de ciencias naturales no basta con estudiar su género, edad, medio socioeconómico, formación académica, comportamiento dentro del aula, sus estrategias didácticas, su forma de evaluar, su dominio sobre la disciplina que enseña; se requiere ubicarlo dentro del proceso social e histórico a partir del cual se define. El problema radica en comprender la dimensión pedagógico del profesor de ciencias desde una perspectiva social y multicausal.

Formación y actualización de los profesores de Ciencias Naturales

El problema de la formación de los docentes en el área de Ciencias Naturales ha sido escasamente estudiado en nuestro país. De hecho, los programas de formación y actualización en este campo, realizados durante la década 1982-1992, no son numerosos. Es en años recientes cuando comienzan a desarrollarse algunos diplomados, especializaciones y maestrías, dirigidos principalmente a profesores de ciencias naturales en servicio, de educación media, media-superior y superior.

De los cinco trabajos de investigación que se analizan en esta sección, cuatro tratan aspectos relacionados con la formación de los docentes en el área de Ciencias Naturales. Uno de ellos se refiere a la formación inicial de docentes de educación básica (Vera, 1982) y los otros tres a la formación de profesores de ciencias naturales en servicio (León y Venegas, 1986, Montañez, 1993).

En nuestro país, se detectaron muy pocos trabajos de investigación sobre la formación de los profesores de Ciencias Naturales. En relación con los docentes de educación básica, Vera (1982) analiza la formación que reciben los estudiantes de la normal en el área de Ciencias Naturales. Es una investigación de tipo etnográfico, cuyos resultados se reportan en 1982, pero el trabajo de campo se desarrolló durante un ciclo escolar posterior a la reforma educativa de 1972 (no se especifica el año), se utilizó la observación y registro de clases y las entrevistas estructuradas. El análisis pretende dar cuenta de la formación para la enseñanza de las ciencias, que se expresa en las relaciones entre los planteamientos de los programas y la práctica cotidiana en el salón de clase. El reporte de Vera inicia con un análisis histórico de los programas de asignaturas de la normal relacionadas con ciencias naturales. Se destaca el hecho

de que después de un período de estancamiento por la permanencia del mismo programa de 1945 hasta 1969, sigue una etapa de cambios continuos, en la cual los programas se modificaron cuatro veces (1969, 1972, 1975 y 1977). En esta etapa (1969-1977) llegaron a coexistir dos programas diferentes, provocando desconcierto entre el profesorado. Este problema fue significativo, particularmente a raíz del programa de 1972, en el cual se cambian las asignaturas por áreas y se plantea que el programa debe incluir, además de los contenidos disciplinarios, la didáctica del área. Asimismo, se plantea que debe haber correlación y congruencia entre los programas de la normal y los de la primaria. En su análisis, Vera señala que tales disposiciones no se llevan a cabo. Los profesores seleccionan del programa los contenidos de acuerdo con su formación (en su mayoría especialistas de determinada disciplina) y con su experiencia previa, de manera que generalmente sólo se aborda el 50% de los contenidos marcados y se eliminan los que se refieren a la didáctica del área y la relación con los contenidos y libros de la primaria. La enseñanza de las ciencias para los normalistas se centra en la exposición del profesor, relacionando los conceptos con ejemplos cotidianos, y la exposición de los alumnos por equipos. No hay relación entre la teoría y la práctica, y no se toca el aspecto de la didáctica de las ciencias.

En relación con la formación de profesores de ciencias en servicio, se encontraron dos investigaciones: los trabajos de León y Venegas se realizaron de maestros de escuelas públicas y privadas en el Distrito Federal, mientras que el de Montañez se llevó a cabo con maestros de una escuela pública en la ciudad de Morelia. Ambos proponen como estrategia central, para la formación, la reflexión sobre la práctica docente cotidiana y coinciden en presentar sus propuestas como estudios de carácter social y antropológico. Señalan la importancia que tiene el crear conciencia de los problemas institucionales que impiden cualquier cambio en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales. Los dos estudios presentan un análisis cualitativo de las categorías abordados; la metodología empleada se ubica en las líneas de la investigación-acción al proponer la incorporación de los maestros junto con los especialistas en el análisis y transformación de su propia realidad.

En el trabajo de León y Venegas (op.cit) se parte del supuesto de que el maestro es el principal protagonista del proceso de transformación de la práctica docente, este proceso se concibe como resultado de un trabajo colectivo, durante el cual se socializan las preocupaciones, se reflexiona sobre los problemas y se incorporan los distintos puntos de vista, experiencias y conocimientos, a la elaboración de propuestas didácticas que se experimentan y rediseñan permanentemente. El principal aporte de esta investigación, relacionado con la formación de profesores, es la metodología propuesta. Esta permite, de forma simultánea, abordar varios aspectos detectar las necesidades reales de formación de los docentes, analizar los principales problemas y conocer los obstáculos que la estructura y la organización de la institución escolar oponen a la modificación de la enseñanza de las ciencias naturales. Todo esto permite generar procesos de formación de los maestros y de modificación de la práctica pedagógica que respondan a la realidad concreta del grupo de maestros con los que se está trabajando y que, por lo tanto, sean más eficaces.

El proyecto de Montañez (1993), de acuerdo con el reporte revisado el objetivo y metodología propuesta para la investigación fue modificada casi al inicio. Originalmente, se proponía llevar a cabo un proceso de formación a partir de la reflexión de la práctica cotidiana, para lo cual se pedía a los maestros que permitieran observar sus clases de ciencias naturales. De esta observación se elaborarían las categorías para relacionar lo que sucedía en la enseñanza de las ciencias naturales

con otros resultados obtenidos en una investigación previa sobre diagnóstico (Avilés et al., 1987).

Se proponían también reuniones colectivas para discutir los libros de texto, corrientes teóricas de cómo aprenden los niños y elementos pedagógicos para elaborar estrategias didácticas que se probarían.

El proyecto original se suspendió por la falta de participación de los profesores y se convirtió en una investigación que pretendían averiguar las causas por las que no se pudo llevar a cabo, para lo cual se usó como metodología la entrevista individual. Con base en el análisis de estas entrevistas se reportan una serie de opiniones de los profesores acerca de las dificultades para modificar la práctica docente, por ejemplo: el rechazo a las actividades extracurriculares, entre las cuales están los programas de formación, los conflictos de los profesores entre sí y con la autoridad escolar, la imposibilidad de modificar la enseñanza mientras no haya cambios en el "sistema".

La conclusión de los investigadores es que los maestros no se plantean la necesidad de analizar la problemática que enfrentan ni de buscar alternativas de solución.

La teoría de la evolución

(contenidos para secundaria)

El siguiente texto se tomó de manera íntegra del libro de texto de secundaria Biología I, Primer curso (Izquierdo, 1993) con la finalidad de hacer del conocimiento del lector la temática tal como se maneja en este nivel. Es de particular interés que en estos textos no se acostumbra citar las fuentes de información, por lo cual no aparecen citas a lo largo de él.

Ideas preevolucionistas.

Los antiguos griegos creían que cada ser viviente tenía un origen propio, que hacía separadamente de la materia terrestre. Sin embargo, el primero en vislumbrar la idea de la evolución fue Empédocles (490?-430 a.C.).

Un siglo más tarde, Aristóteles estableció claramente la teoría del lento desarrollo de los seres vivos, desde los más simples hasta los más complejos, como el hombre. Más adelante examinaremos que casi 2000 años después la teoría fue actualizada por grandes filósofos, como Francis Bacon, René Descartes, Gottfried Wilhelm Leibniz e Immanuel Kant.

Durante el siglo XVIII, algunas teorías, llamadas fijistas, sostenían que los seres vivos actuales fueron creados al mismo tiempo que la Tierra por una fuerza divina, y que todo lo que habita nuestro planeta ha existido desde un principio sin ninguna modificación. Este tipo de teorías fue defendida por Stephen Hales en su obra *Estática de los vegetales*; al igual que él, otros científicos de su época defendieron las teorías creacionistas.

Georges Cuvier (1769-1832) es el fundador de dos ramas importantes de la zoología: la anatomía comparada y la paleontología. Sus inclinaciones por las ciencias naturales, y en especial por la anatomía, llamaron la atención de Saint-Hilaire, quien lo nombró ayudante de la cátedra de anatomía del Museo de Historia Natural de París.

En todos sus trabajos, Cuvier se manifestó en contra de las ideas evolucionistas, sosteniendo que la desaparición de las especies fósiles y la aparición de otras se debía a catástrofes regionales, y que la región afectada se repoblaba con tipos diferentes que inmigraban de otros lugares. Cuvier adquirió gran renombre por sus obras: *Lecciones de Anatomía Comparada* y *el reino animal distribuido según su organización*.

Para fines del siglo XVIII, la mayoría de los científicos eran creacionistas, entre los cuales se incluye a Karl von Linné, llamado padre de la moderna sistemática.

Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1884). Zoólogo francés que a los 21 años era ya profesor de zoología y había escrito valiosos trabajos sobre monos y murciélagos. Durante la expedición de Napoleón a Egipto participó como naturalista. Más tarde fue protector y colaborador del ilustre Cuvier, sin embargo, en la Academia de Ciencias fue su enconado adversario sobre las teorías acerca del origen de la vida.

A mediados del siglo XVIII, el naturalista francés Georges-Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), escribe su gran obra *Historia natural general y particular*, en la cual integra todos los conocimientos adquiridos hasta entonces sobre la naturaleza, incluso tratados y teorías relativos al origen de la Tierra, la historia del hombre, los animales cuadrúpedos, las aves, etc. Dicha obra está formada por 44 volúmenes, y la escribe de 1749 a 1804. Con la teoría de la transformaciones infinitas, en la que explica el mecanismo de la formación de especies bajo la influencia del tiempo, el medio físico, la nutrición, la domesticación, se anticipa a Lamarck, destacado naturalista de quien hablaremos más adelante. Basado en los esqueletos fósiles conocidos en su época se adelanta a la paleontología, al establecer teorías sobre la existencia prehistórica de millares de especies desaparecidas.

El conde de Buffon es considerado como un filósofo de la ciencia; gracias a él, París se convirtió en centro de interés para los naturalistas, ya que bajo su mando académico envió expediciones a todas partes del mundo.

La primera teoría sobre la evolución considerada como tal fue propuesta en 1809 por el naturalista francés Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), quien analizó el proceso de cambio de los organismos más simples hasta los más complejos. Para explicar su teoría de la evolución, Lamarck la fundamentó en cuatro puntos básicos:

- ✕ a) Los organismos presentan una necesidad interna que los conduce hacia la perfección.
- ✕ b) La capacidad de estos organismos para adaptarse a los cambios del medio.
- ✕ c) La presencia de generaciones espontáneas.
- ✕ d) La herencia de los caracteres adquiridos.

Al hablar de generación espontánea, Lamarck creía que de pronto se producían algunos organismos a partir de ciertos materiales que no tenían vida; esta teoría, rechazada por completo en la actualidad.

Pensaba que los seres vivos cambiaban para adaptarse al medio, es decir, adquirirían características para vivir mejor; por ejemplo, los animales de climas fríos desarrollaban una piel gruesa para protegerse, y esta característica adquirida se transmitía a sus descendientes. Este punto fue el gran error de Lamarck, pues ahora se sabe que los caracteres adquiridos durante la vida de un organismo no pueden ser heredados a sus descendientes. Por ejemplo, una mancha producida por el sol en la piel de una persona (característica adquirida) no puede ser heredada por sus hijos; así como el que hace mucho ejercicio y desarrolla fuertes músculos tampoco puede heredarlos a sus descendientes; o bien, quien no use un brazo por alguna afección y se debilite hasta la inmovilidad total, no heredará esta característica a sus descendientes.

Sin embargo, no sólo eran creencias de él, sino de todos los que vivieron en su época, pues afirmaban que el uso y desuso de los órganos se heredaban a los descendientes. Fue hasta el siglo pasado cuando August Weismann demostró la imposibilidad de que los caracteres adquiridos se puedan heredar, después de efectuar experimentos con ratas a las cuales les cortó la cola (característica adquirida) durante 20 generaciones

y a pesar de eso las ratas que nacían de aquéllas seguían presentando sus colas normales.

Actualmente, están plenamente demostrados los dos errores básicos de la teoría de Lamarck, ya que las características adquiridas no se heredan, los efectos del uso y desuso de los órganos o alguna parte del cuerpo no se transmiten a los hijos por herencia; es decir, el medio no es responsable de los cambios genéticos específicos ni directos; afirmar lo contrario es erróneo. El otro error fue considerar una sola línea de desarrollo evolutivo. El punto más importante de la teoría de Lamarck fue afirmar que gran parte de la evolución se debe a los procesos de adaptación de los seres vivos al medio que los rodea; esto es apoyado por la diversidad de organismos existentes, lo cual hace suponer que la evolución se da gradualmente.

Darwin y la selección natural

Durante esta época apareció en la historia de la Biología el naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882), cuyos estudios proporcionaron los fundamentos para el concepto moderno de la evolución biológica y de su teoría de la selección natural. En 1831, a los 22 años, Darwin se embarcó en el crucero británico H. M. S. Beagle, cuya travesía alrededor del mundo duró cinco años.

Antes de iniciar su viaje, Darwin creía en la inmutabilidad de las especies (fijismo) y que origen se debía a una creación divina, pero las observaciones realizadas durante el trayecto cambiaron sus ideas. El viaje fue muy significativo, no sólo para Darwin, sino también para el mundo entero, ya que se inició la propuesta de lo que más tarde se dio a conocer como la teoría de la evolución biológica por selección natural.

Las observaciones de Darwin fueron efectuadas principalmente en América del Sur y las islas Galápagos, localizadas en el océano Pacífico, a 950 km al oeste de Ecuador.

Durante el viaje, Darwin realizó muchos descubrimientos que cambiaron el concepto de la inmutabilidad de las especies. Estos se pueden concretar en tres puntos principales:

- ❧ a) En las islas Galápagos estudió especies animales y vegetales. Observó que las especies ligeras diferencias de una isla a otra; sin embargo, también encontró grandes semejanzas; lo mismo sucedía con otras especies de los sitios contiguos de América del Sur. La principal deducción de sus observaciones era que las aves de las islas Galápagos y las de América del Sur se parecían mucho, y que las aves de Cabo Verde mostraban gran semejanza con las de África. Así surgió uno de sus primeros interrogantes: ¿Cada especie fue creada en forma especial, o bien, todas se originaron a partir de un tronco común?
- ❧ b) Al examinar las formas vivientes de la costa oriental de América del Sur, notó que algunas especies de liebres de una localidad específica eran diferentes, pero, al mismo tiempo, semejantes a otras de lugares distantes. Darwin concluyó que, a mayor distancia entre dos localidades, existe mayor diversidad entre especies relacionadas.

Se planteó una nueva pregunta: ¿Cómo podría explicarse ese fenómeno, como una creación divina para cada área o definitivamente las especies no eran inmutables?

- ✕ c) En América del Sur realizó sus principales observaciones al descubrir unos restos fósiles de grandes mamíferos extintos, cubiertos con caparazones parecidos a los armadillos contemporáneos; éstos sólo se encuentran en el hemisferio occidental y, aunque presentan diferencias, se puede decir que están relacionados.

El nuevo interrogante para Darwin fue: ¿Los armadillos actuales descienden de las formas extintas o fueron creados en forma separada por un poder divino?

Después de cinco años de estudio a bordo del Beagle a Darwin ya no le satisfacía la explicación de que todo fue creado por una fuerza divina, o especial, no de que las especies eran inmutables. Una de sus hipótesis afirmaba que las especies estaban sujetas a cambios en su descendencia, de esta forma originaban diversas especies y líneas de descendencia a través del tiempo; por tanto, concluyó que la evolución se había realizado por la continua modificación a partir de los ancestros.

Así, explicó que las aves pinzones de las islas Galápagos son semejantes a las de América del Sur porque evolucionaron de un mismo ancestro común; por otro lado, las de Cabo Verde y las de África son diferentes porque evolucionaron a partir de ancestros distintos. El estudio de los fósiles fue de gran importancia para apoyar sus deducciones.

El viaje del Beagle terminó en 1836, después de hacer recorrido el mundo y de que Darwin hubo acumulado una extraordinaria cantidad de evidencia a favor de las ideas de la evolución biológica; sin embargo, todavía no estaba satisfecho y se dedicó a obtener más pruebas para sustentar firmemente su teoría.

Se dio a la tarea de examinar todo el campo del conocimiento biológico, tanto zoológico como botánico; de anatomía comparada de plantas y animales, de embriología, de paleontología, de taxonomía, de las mezclas de organismos (vegetales y animales) hechas por el hombre para la producción de especies comerciales. De esta forma llegó a descubrir que la evolución produjo variaciones en algunas especies y originó otras nuevas. El segundo paso que dio Darwin fue encontrar una explicación para conocer el mecanismo por medio del cual la evolución se llevaba a cabo en plantas y animales.

Las influencias de Darwin: Wallace y Malthus

Alfred Russel Wallace (1823-1913), naturalista inglés que recorrió gran parte de América del Sur y de Malasia, expuso la teoría de la selección natural al mismo tiempo que Darwin.

Wallace en forma independiente, y sin errores los estudios realizados por Darwin, llegó a la misma teoría de la evolución biológica explicando que se lleva a cabo por medio de la selección natural y la mutabilidad de las especies. Sus conclusiones fueron el resultado de sus investigaciones de la vida vegetal y animal de los fósiles encontrados en Indonesia, del examen de la distribución de diferentes clases de organismos y también de la lectura del ensayo escrito por Malthus.

En 1858, Wallace mandó desde Oriente un escrito a Darwin para darle a conocer su teoría. Darwin, por su parte, con un verdadero espíritu científico, le transmitió sus puntos de vista y, más tarde, presentaron sus teorías en la Sociedad Linneana de Londres.

La teoría de la selección natural fue publicada como un escrito científico en 1858, conjuntamente por Darwin y Wallace.

Ésta aseguraba que todos los seres vivos se adaptan al medio en el cual se desarrollan, ya que de otra forma no podrían existir. Es por ello que especies diferentes poseen características diferentes según el medio en el que habitan. Por ejemplo, las ballenas, que son mamíferos, poseen aletas para desplazarse en el mar, mientras que los mamíferos terrestres presentan otro tipo de órganos de locomoción, adecuados para transportarse en el medio terrestre. De igual manera, encontramos diferentes adaptaciones entre los vegetales, tal es el caso de las plantas cactáceas o xerófitas (desérticas), que presentan diversas adaptaciones para poder vivir en medios carentes de agua, como el presentar raíces extendidas y profundas, hojas reducidas y provistas de una cubierta cutinizada para evitar la evaporación excesiva de agua, tallos especializados en el almacenamiento de agua.

Llama la atención el pensar cómo se originaron estas adaptaciones y cómo fueron seleccionadas por la naturaleza para que fueran la mejor manera de existir en un medio especial. Si las variaciones son la base de la adaptación, ¿por medio de qué mecanismos se seleccionan?

El economista inglés Thomas Robert Malthus (1766-1834) y su Ensayo de la población fueron parte de la inspiración de Darwin para encontrar la solución al problema. En este ensayo, Malthus dice que el número de nacimientos es mayor que el de los que llegan a la madurez, lo cual se debe a falta de alimento, guerras, enfermedades, etc., y que en esta lucha por la existencia disminuye la magnitud de la población humana. La teoría de Malthus se asemeja a la de Darwin, quien afirma que, bajo condiciones de competencia, la selección actúa en forma automática sobre las variaciones de las especies; si éstas son desfavorables, las especies se extinguen, pues no se adaptan al medio; si las variaciones son favorables, las especies siguen viviendo adaptadas al medio y, además, heredan dichas variaciones a sus descendientes.

Darwin y Wallace presentaron su teoría de la evolución, cuyos postulados más importantes se resumen a continuación:

- ✘ a) La sobrerreproducción. Los organismos producen mayor descendencia de la que puede sobrevivir o llegar a la madurez.
- ✘ b) Constancia en el tamaño de la población. Aunque haya sobrerreproducción, las poblaciones mantienen un número más o menos constante debido a la mortalidad por falta de espacio y alimento.
- ✘ c) Variación. No todos los miembros de una especie son iguales; presentan variaciones de sus características.

- ✘ d) Selección natural. Actúa sobre las variaciones de las especies; si éstas son favorables, los individuos seguirán viviendo y reproduciéndose, en caso contrario, tenderán a desaparecer, ya que al morir prematuramente no podrán dejar descendientes.
- ✘ e) Herencia. Las variaciones favorables se transmitirán a las generaciones venideras.

Darwin y Wallace llegaron a la conclusión de que existe una lucha o competencia por la sobrevivencia en la cual los individuos más aptos seguirán viviendo y los menos aptos desaparecerán.

Un año después, Darwin publicó su libro *El origen de las especies*, en el que anuló la idea de la creación divina, estableciendo en su lugar la evolución biológica, en la cual relacionaba unos organismos con otros. En un principio, y durante aproximadamente 30 años del siglo XX, estas teorías fueron muy criticadas, generaron grandes controversias entre los científicos e intelectuales; pero finalmente se aceptaron, debido a la gran cantidad de pruebas presentadas a su favor.

La teoría de la evolución orgánica y la selección natural ha sido modificada y enriquecida con los nuevos descubrimientos realizados en el campo de la genética, ciencia descubierta casi medio siglo después de la publicación del libro de Darwin.

Aunque Darwin y Wallace desarrollaron la misma teoría de manera independiente y en el mismo tiempo, Wallace aceptó en forma generosa que Darwin la publicara y le dio todo el mérito. Darwin agradeció siempre este rasgo de amabilidad por parte de Wallace, aunque más tarde sufriría las consecuencias, ya que todo el mundo se levantó en su contra, acusándolo de insensato y de oponerse a la religión.

En 1871, Darwin volvió a revolucionar los conceptos establecidos al publicar un nuevo libro, *The Descent of Man* (La descendencia del hombre), en el cual trató de demostrar que la especie humana y los monos se originan de un antecesor común.

En este momento se generaron dos corrientes: los darwinistas y los antidarwinistas, e incluso después de muerto seguían las discusiones. Sin embargo, aunque haya surgido nuevas teorías, en el ámbito científico se reconoce que la evolución de las especies es un hecho comprobado y el fenómeno de la selección natural es aceptado como el factor indispensable en la conservación de las variaciones.

La variabilidad y sus fuentes

Durante el viaje en el *Beagle*, Darwin analizó la gran variedad de especies encontradas, llamó su atención el hecho de que las aves pinzones presentaban ligeras diferencias de una isla a otra; sin embargo, el parecido seguía existiendo.

Con estas observaciones, Darwin dedujo que todas procedían de un tronco común y que surgieron especies diferentes que se adaptaron al medio, presentando ligeras diferencias entre unas y otras. Esto es lo que se conoce como variabilidad; es decir, las pequeñas diferencias que presentan los descendientes en relación con sus progenitores, y que les permiten una mayor adaptación a su medio.

Otra de sus conclusiones sobre las fuentes de la variabilidad fue que, a mayor distancia entre las localidades donde habitan especies semejantes, las diferencias eran más marcadas; es decir, había mayor variabilidad de características.

La presencia de restos fósiles de seres extintos pero que se parecen a algunos seres actuales confirman la idea que éstos se originaron a partir de aquéllos. En cada nueva generación existe la posibilidad de que surjan variaciones dentro de la misma especie o bien se originen especies nuevas; si las variaciones de las especies se adaptan al medio, es decir, son favorables, estos organismos seguirán viviendo y si son desfavorables para adaptarse al medio, desaparecerán.

La evolución biológica tiene su origen en las distintas variaciones que se presentan y que se perpetúan; existen especies que han cambiado mucho más rápido que otras en un determinado tiempo. Todos los estudios realizados por Darwin lo llevaron a concluir que los individuos de la misma especie cambian, dando lugar a la variabilidad, y que a través del tiempo esto da origen a la gran diversidad de organismos. La supervivencia de estas variedades de especies está en relación directa con la adaptación de ellas al medio, a lo que Darwin llamó selección natural.

La selección natural

Las nuevas especies originadas se enfrentan con un gran reto, ya que los organismos se tienen que adaptar al medio, de otra manera no podrían subsistir.

Darwin aseguraba que la selección natural es el resultado de una lucha contra una fuerza central que es el medio.

Esto quiere decir que los organismos más aptos seguirán viviendo y los menos aptos morirán. Darwin sostenía que el motivo por el cual desaparecieron muchos organismos se debió al mecanismo de la selección natural; no todos los organismos con variaciones son aptos para sobrevivir en el medio, pues sólo los cuentan con características especiales, lo pueden lograr.

Si por ejemplo, se colocan diferentes plantas en un lugar desértico, sólo sobrevivirán las que se adapten a ese medio y presenten estructuras como una cutícula gruesa o espinas en lugar de hojas para evitar la deshidratación; pero esto sólo en condiciones naturales a través de un largo período. De este modo, las plantas con características como las anteriores darán origen a otras semejantes a ellas, pero los organismos que carezcan de esos rasgos distintivos y favorables morirán y se extinguirán. Estos procesos son los conceptos establecidos por Darwin dentro de la selección natural.

Darwin sostenía que los organismos siempre están en una lucha constante por la existencia, ya sea por falta de espacio o de alimento; de esta forma los más aptos seguirán viviendo y los no aptos se extinguirán.

El origen de las especies

Después de años de estudio y experimentación, Darwin formuló la teoría de la evolución por medio de la selección natural, misma que publicó en 1859 con el título *El origen de las especies*. En su libro se mencionan cuatro postulados importantes, dos de los cuales coinciden con los de Lamarck:

- ✕ a) Primer postulado. Enuncia que el mundo no es estático, pues se encuentra en continua evolución, al igual que las especies, las cuales cambian, originan otras o desaparecen.
- ✕ b) Segundo postulado. Afirma que el proceso de evolución es gradual y continuo, pues se lleva a cabo lentamente y sin cambios bruscos.
- ✕ c) Tercer postulado. Habla de los descendientes comunes, es decir, de los organismos que presentan semejanzas con un ancestro común. Por ejemplo, los mamíferos se originaron de un ancestro común, al igual que las aves y los insectos. Este postulado le creó grandes dificultades porque incluía al hombre como descendiente del ancestro común de los mamíferos, cuestión por la cual fue muy atacado.
- ✕ d) Cuarto postulado. Menciona que todos los cambios evolutivos son el resultado de la selección natural, proceso realizado en dos pasos.

El primero es la variabilidad de cada generación. Darwin aseguraba que en cada generación de descendientes existe una gran variación, pero no supo a qué se debía; esta idea fue explicada más tarde por los genetistas y las leyes de la herencia.

El segundo paso es la selección, que se produce a través de la lucha por la existencia. Según Darwin, la mayoría de las especies, tanto vegetales como animales, originan una gran cantidad de descendientes con variaciones; de esta manera, los individuos que posean las características más adecuadas tendrán mayores oportunidades de sobrevivir y reproducirse con el propósito de dejar descendencia; por tanto, estos rasgos distintivos los presentarán sus descendientes, que estarán expuestos a nuevos ciclos de selección.

Tiempo después, los conceptos de Darwin fueron apoyados al conocerse las leyes de la herencia, que explican más claramente las ideas aportadas por él. Según Lamarck, las caracteres adquiridos se heredan; por ejemplo, los antecesores de las jirafas tenían el cuello corto, que tenían que estirar para alcanzar sus alimentos; los siguientes descendientes alargaban cada vez más el cuello, hasta que el continuo estiramiento dio origen al largo cuello de las jirafas.

Según Darwin, en la antigüedad las jirafas tenían diferentes longitudes de cuello y esta característica se heredaba: la competencia por la sobrevivencia y la selección natural permitieron que las jirafas con cuello más largo sobrevivieran y tuvieran descendientes; en cambio, las de cuello corto murieron y se extinguieron, dando como resultado que las jirafas con cuello largo sobrevivieran a la selección natural.

La idea de la sobrevivencia del más apto es el punto básico de la teoría de Darwin.

Para entender la evolución biológica es necesario tomar en cuenta varios aspectos; uno de ellos es la singularidad, esto quiere decir que dentro de una población (conjunto de individuos de una misma especie) cada individuo es distinto y único. El segundo

aspecto se encuentra ligado al anterior y se refiere a la inmensa variabilidad que existe dentro de las poblaciones debido a los factores genéticos.

Otro elemento importante es que la evolución se da en forma gradual, lo que explica el origen de las discontinuidades, como la creación de nuevas especies y nuevos tipos de órganos. Por último, un aspecto más que debe tomarse en cuenta es la selección natural propuesta por Darwin.

Para que la evolución se lleva a cabo se debe presentar una serie de cambios en los seres vivos a nivel molecular (genes), a nivel morfológico (forma) y a nivel fisiológica (funciones).

La teoría de la evolución en México

La teoría de la evolución no forma ni ha formado parte de la investigación biológica mexicana durante el presente siglo. Esto significa, que ni la teoría de Darwin ni las modificaciones que ha sufrido han sido en general, incorporadas a los programas y proyectos de investigación en México.

El régimen de la Universidad Nacional Autónoma de México, así como su tradición científica ha permitido que el liderazgo administrativo de una dependencia (su director) sea detectado por un académico. En este contexto, es interesante analizar la figura del primer director del Instituto de Biología de la UNAM para entender algunas de las razones por las que la teoría de la evolución no formó parte de los programas de investigación del Instituto y cómo ese hecho determinó una especie de inercia académica fuera de un contexto evolutivo. El Instituto de Biología de la UNAM fue creado en 1929, el mismo año en que se obtuvo la autonomía universitaria, basado en la infraestructura de la Dirección de Flora y Fauna de la Secretaría de Agricultura. El director de aquella dependencia era el maestro Alfonso L. Herrera, farmacéutico de profesión pero con una rara virtud para entender las preguntas fundamentales de la evolución biológica. En su libro *Nociones de Biología* su propuesta fundamental era: "Todos los fenómenos materiales del organismo, en el pasado y en el presente, han tenido o tienen por causa las fuerzas fisicoquímicas conocidas. La Biología es la ciencia de estos fenómenos". Así por razones que, supongo, eran políticas (por ejemplo, el maestro Herrera no fue nombrado miembro del El Colegio Nacional), el primer director del Instituto de Biología fue el maestro Isaac Ochoterena, quien tenía una formación como bachiller y una vocación especial para la historia natural (el fue miembro de El Colegio Nacional). Esta disyuntiva en la historia de la Biología en México parece haber tenido un papel muy importante en la no utilización de la teoría, de la evolución en la investigación biológica, dándole una posición preponderante a la historia natural y a la catalogación de los recursos biológicos de México. El maestro Ochoterena fue director del Instituto de Biología durante 19 años, y en 1945 deja su puesto al doctor Roberto Llamas, quien dirigió los destinos de la Biología en la UNAM durante 22 años (hasta 1967), quien tampoco dirigió la investigación hacia aspectos evolutivos, por su propia formación en Bioquímica (Piñeiro, 1996).

El papel de la docencia

Es un hecho que en una comunidad académica la investigación marca los patrones de docencia. La Biología mexicana es un excelente ejemplo de esta tendencia. Para mostrar este efecto analizar el plan de estudios de la carrera de Biología en la Facultad de Ciencias, UNAM. Este plan de estudios contiene materias básicas (Química, Física, Matemáticas, método científico, Físicoquímica, Geología). Estas conforman 20% del plan de estudios con materias especializadas de Biología (Histología, Anatomía, Bioquímica, Fisiología, Embriología, Genética, Biofísica, evolución o Biología molecular, Ecología, Biología celular) que forman casi 30% del plan, materias optativas y Biologías de campo (otro 20%) y materias relacionadas con la flora y fauna, así como con la Taxonomía (25%). Salta a la vista el pequeño porcentaje con la teoría de la evolución, como la Genética, por ejemplo. Es más, evolución fue optativa hasta la reciente renovación de la currícula de dicha carrera. No debemos olvidar que los

egresados de este plan de estudios han impartido muchos de los cursos de preparatoria y secundaria, así como a escuelas formadoras de maestros de esos mismos niveles, como la Normal Superior, por lo que esta visión ha caracterizado la enseñanza de la Biología en nuestro país desde que se consolidó la investigación mexicana en la década de los veinte. De este análisis se puede concluir que la Biología mexicana debe cambiar el enfoque de sus investigaciones, pues esta representa una visión conceptualmente denudada debido a la ausencia de un enfoque comparativo - evolutivo. Sólo con la modificación de los patrones de investigación de la Biología mexicana se cambiará la docencia, ya que aunque se cambien los planes y programas de estudio, los maestros están entrenados de otra manera. Cabe destacar que dentro de el Plan de estudios que yo estudie en la escuela Normal Superior de México, como Licenciada en Educación Básica en el Área de Ciencias Naturales, no hubo la materia específica de evolución, sino que solamente se manejó como un tópico del Seminario: Evolución del Conocimiento del Área.

El programa de Biología I de Secundaria.

La siguiente sección es una transcripción del enfoque de la enseñanza de la Biología en el primer grado de secundaria, así como sus contenidos, esta información se da tal como aparece en el documento Plan y Programa de Educación Secundaria (SEP, 1993) con la intención de que el lector se adentre en esta temática sin las posibles distorsiones o malas interpretaciones que la autora de esta tesis pueda hacer sobre este documento. Asimismo es preciso señalar que al vaciar los contenidos de los planes y programas, sólo se maneja el antecedente programático (unidad I) y la unidad de nuestro interés (unidad II), con lo cual hacemos notar que esta será la porción del programa de nuestro interés.

Enfoque

La Biología tradicionalmente ha estudiado las formas, funciones y mecanismos que rigen a los seres vivos, pero no es sino hasta el desarrollo de la teoría evolutiva en el siglo pasado y de su síntesis generada a mediados de este siglo, que esta ciencia logra su plena autonomía científica dando lugar a metodologías que le son propias y que la distinguen de otras ciencias como la Física y la Química. En particular, herramientas como la comparación y la observación son fundamentales para el estudio de los seres vivos, y por ello, en la enseñanza de la Biología se debe enfatizar su importancia, dedicando tiempo de estudio a su comprensión y práctica. El propósito general de la enseñanza de la Biología es promover el conocimiento de los alumnos sobre el mundo viviente, sin embargo, los beneficios de una educación científica no deben limitarse a la adquisición de conocimientos. La ciencia es también una actividad social que incorpora valores y actitudes como la diligencia, la imparcialidad, la imaginación, la curiosidad, la apertura hacia nuevas ideas, la capacidad de formular preguntas y, muy especialmente, debe inculcar en el alumno un cierto escepticismo sistemático que le permita balancear la aceptación indiscriminada de nuevas ideas.

Esta propuesta curricular, además de estimular el interés por la actividad científica, promueve en el alumno actitudes de responsabilidad en el cuidado de su salud y del medio ambiente. Es ampliamente reconocida la importancia de mantener el equilibrio de los procesos ambientales y de contribuir a la conservación de la diversidad biológica. Por otra parte, los jóvenes están, a través de los medios de comunicación y de otros medios de enseñanza no formales, en permanente contacto con información sobre el estado del ambiente. El maestro de Biología puede aprovechar esta situación para generar en el alumno una conciencia del manejo racional de los recursos naturales, así como ayudarlo a sistematizar, desde un punto de vista científico, la diversidad de mensajes a los que está expuesto. En general, las experiencias cotidianas del alumno y su percepción del mundo viviente deben ser punto de partida para el aprendizaje de la Biología.

Organización general de los contenidos

En esta propuesta la asignatura de Biología presenta dos grandes niveles de aproximación. A diferencia de los programas anteriores, en primer año se estudian básicamente los procesos macrobiológicos, tales como evolución, ecología y

genética. Con esta base, es posible abordar los conocimientos de Biología del segundo grado que permiten comprender las particularidades de la organización de los seres vivos y su funcionamiento de manera general, analizando su fisiología y su anatomía. El cambio más importante respecto de los programas anteriores se refiere al reordenamiento de los contenidos, el cual se hizo con base en las siguientes consideraciones: Los planteamientos didácticos actuales prevén la necesidad de brindar al alumno elementos que favorezcan su construcción de nuevos conocimientos sistemáticos con base en esquemas previos más generales e integradores que adquirió en la primaria; por ello se incluyen en primer grado los conceptos básicos que le permiten acercarse al estudio sistemático de la Biología. Los conceptos más familiares o significativos para el estudiante se deben ofrecer en primer lugar.

En ese sentido, estos programas consideran que los procesos macrobiológicos (Evolución, Ecología, Eras geológicas) se integrarán con más facilidad en el marco conceptual de estudiantes de primero de secundaria, mientras que los procesos microbiológicos (célula, compuestos orgánicos) son más adecuados en segundo grado. Hay mayor pertinencia en la enseñanza de los contenidos de Fisiología e higiene en segundo año de secundaria. Es probable que, comparados con los alumnos de segundo, los que primero de secundaria presenten menor interés en el estudio de contenidos fisiológicos como reproducción e higiene, ya que los primeros se encuentran en una fase más avanzada de desarrollo. Otra consideración importante para la organización de contenidos de esta asignatura es la necesidad de que el alumno distinga los procesos particulares de la Biología, pero es importante evitar que este esfuerzo le transmita la idea de que a esta asignatura la constituyen contenidos sin articulación con otras disciplinas.

Es fundamental marcar, por ejemplo, las relaciones más notorias entre la Biología, la Química y la Física. En ese sentido, existen contenidos claramente comunes como el referente a la composición de los seres vivos en el que se presenta una reflexión acerca de los compuestos químicos que forman a los organismos; temas de Ecología como el ciclo del agua son revisados también en los programas de Química; aspectos físicos como la transformación de la energía en los ecosistemas o la recepción de luz por parte de las plantas son elementos que se incorporan en esta propuesta.

En síntesis, el alumno debe tener claro que las ciencias comparten propósitos, contenidos y métodos. Los nuevos contenidos de Biología están organizados en diez unidades temáticas. Esta presentación en unidades pretende entrelazar los diversos aspectos comunes a los seres vivos y marcar las diferencias existentes entre ellas.

Prácticamente todas las unidades presentan contenidos que pueden ser relacionados entre sí. La Ecología, por ejemplo, es un tema que se relaciona con las características de todos los seres vivos. Los tipos de respiración o circulación se vinculan estrechamente con las líneas evolutivas que han seguido los organismos. A continuación se describen las dos unidades temáticas que componen los antecedentes y la temáticamente propia del tema de la evolución.

Primer Grado

La primera unidad temática, "El mundo vivo y la ciencia que lo estudia", presenta un bosquejo general de las principales características que permiten distinguir a los seres vivos de la materia inerte y desarrolla un panorama histórico de la Biología. En esta

unidad temática se enfatiza la importancia de la Biología como una ciencia particular a través del análisis de su metodología. Se presenta la introducción al laboratorio escolar y a las prácticas de campo. La unidad temática concluye con un análisis del sentido y la unidad de los estudios biológicos y la relación de la Biología con otras ciencias. La unidad temática "Evolución: el cambio de los seres vivos en el tiempo" propone un análisis del desarrollo histórico de la teoría evolutiva. Se enfatiza la importancia del trabajo de Darwin y se aborda el tema de la síntesis evolutiva moderna.

Programa de primer grado

I.- El mundo vivo y la ciencia que lo estudia

Historia y desarrollo de la Biología

- Primeros conocimientos sobre los seres vivos
- Los trabajos de clasificación de Aristóteles
- La Edad Media: Herbolaria, Medicina y Anatomía
- El descubrimiento del mundo microscópico: Leeuwenhoek
- Evolución y herencia: Darwin y Mendel
- La teoría sintética de la evolución
- El panorama actual

Biología y sociedad: la relación de la Biología con las otras ciencias.

Los seres vivos: el objeto de estudio de la Biología

- Las características de los seres vivos (crecimiento, reproducción, irritabilidad, movimiento, metabolismo, organización, adaptación).
- Los componentes de los seres vivos: elementos, moléculas y células.

Los métodos de la Biología

- Conocimiento subjetivo y objetivo
- El conocimiento empírico y el método científico
- La experimentación en Biología
- La comparación en Biología
- La observación en Biología
- El laboratorio escolar
- Su función, los materiales en el laboratorio
- Normas de seguridad
- Ejemplos de trabajo en laboratorio
- Prácticas de campo
- Su función, los materiales de la práctica de campo
- Ejemplos de investigaciones de campo

Sentido y utilidad de los estudios de Biología

- Conocimiento de los seres vivos
- Salud
- Alimentación
- Conservación ambiental

II.- Evolución: el cambio de los seres vivos en el tiempo.

Ideas preevolucionistas

Las primeras ideas: el fijismo
Lamarck

Darwin y la selección natural

Darwin y el viaje del Beagle
Las influencias de Darwin: Malthus y Wallace
La variabilidad y sus fuentes
La selección natural
La publicación de El origen de las especies

Evolución, diversidad y adaptación

El origen de la diversidad biológica y las especiación
El principio de adaptación
El neodarwinismo: nuevas evidencias para la teoría de la evolución.

La enseñanza de la ciencia en secundaria

Los resultados de una estrategia fallida en la enseñanza de la ciencia están a la vista de todos. Las disciplinas científicas son, las más temidas y las que generan los más altos índices de reprobación en el ámbito escolar. ¿Se puede atribuir este fracaso a características inherentes a los procesos científicos? Desde luego que no. Hacerlo sería absurdo. La ciencia es interesante, su estudio sistemático es una fuente potencial para la adquisición de valores y actitudes. Su ejercicio puede resolver cabalmente las preguntas que los niños se hacen respecto al mundo que los rodea. En realidad el problema de la enseñanza de la ciencia es metodológico (Guillén, 1994).

Existe una tentación que aparentemente ha sido irresistible al diseñar los cursos de ciencia para estudiantes del nivel básico: los modelos de enseñanza tradicionalmente han tratado de promover la generación de científicos a escala dentro de las aulas escolares. Para lograr este objetivo las estrategias han sido lamentables; se han diseñado programas excesivos que los maestros nunca o casi nunca logran revisar plenamente. Los temas son de un nivel de especialización inadecuado para el nivel al que se dirigen. En el proceso de modernización educativa la propia Secretaría de Educación Pública (SEP, 1993), reconoció que:

"Hasta ahora la educación formal que ofrece el sistema educativo ha estado construida sobre la necesidad de cumplir en tiempo y forma, planes y programas de estudio. Estos determinan la totalidad de los aprendizajes que los alumnos deben realizar en preescolar, primaria y secundaria, convirtiendo así a la educación en un conjunto homogéneo y unívoco. Esta oferta ha pretendido determinar en abstracto y en función de las disciplinas o de las áreas, los conocimientos y habilidades que todo mexicano debe adquirir si desea proseguir estudios posteriores."

Parecería que una de las intenciones que ha animado estas propuestas es la de preparar a los alumnos para futuros cursos universitarios de ciencia. Esta visión propedéutica en la enseñanza de la ciencia no sólo es incorrecta sino poco real ya que aparentemente no se ha comprendido que es mínimo el porcentaje de alumnos que efectivamente logran llegar a niveles superiores.

A los problemas asociados a la enseñanza de la ciencia debemos agregar algunos más generales que se relacionan con la estructura y tradición de nuestro sistema educativo. Los maestros frecuentemente se enfrentan a grupos de tamaño excesivo, cuentan con pocos materiales para desarrollar su tarea y se han acostumbrado a presentar los temas de acuerdo con su propia experiencia sin recibir cursos de actualización adecuados. La inspección escolar, dado el efecto laboral que puede tener en un maestro el estar asociado a una evaluación negativa por parte del inspector, se ha convertido en un elemento de control magisterial, entorpeciendo, de esta manera, la función docente que le corresponde y que consiste en retroalimentar, no en vigilar los procesos educativos. El efecto aditivo que se obtiene al reunir las deficiencias de la enseñanza de la ciencia con aquellas propias de nuestro sistema educativo no puede ser menos que preocupante (Guillén, op. cit.).

A pesar de la importancia del nivel secundario como aquel en el que se definen líneas vocacionales y en el que los estudiantes enfrentan por primera vez un curso formal de ciencias, diversos investigadores han apuntado algunos de los problemas existentes en la enseñanza en el nivel. Quiroz (1991), señala cuatro problemas que obstaculizan la apropiación del contenido académico en la enseñanza secundaria: el nivel de significación de los contenidos, el predominio de la lógica de la actividad, el esfuerzo adaptativo de los estudiantes y el énfasis de la evaluación formal. Estos elementos operan en contra de la integración efectiva de los contenidos en el saber de los estudiantes. De alguna manera existe un conflicto entre las posibilidades de que el alumno se apropie de los contenidos académicos y la estructura de la escuela secundaria. Esta incompatibilidad del trabajo docente y las tradiciones académicas del magisterio.

Existe más problemas en la enseñanza secundaria del país. Hay deficiencia en contenidos programáticos, no hay circulación con la realidad de los alumnos, son necesarios más recursos para una educación experimental adecuada, el profesorado tiene una preparación deficiente ya que en este nivel, a diferencia de la primaria no se exige formación normalista (Talanquer, 1990) y de hecho, el maestro puede presentarse frente al grupo cumpliendo con el requisito de ser pasante de una carrera universitaria compatible con las que impartirá.

La educación básica tanto en el pasado como en el presente, obedece a programas curriculares que son desmedidos en la cantidad de contenidos que se presentan al educando. Se enseñan conocimientos con tanta diversidad y complejidad que, frecuentemente, ni los especialistas recuerdan. Los contenidos de cada tema, se encuentran descontextualizados y aislados uno de otro, lo que no permite al alumno integrarlos entre sí ni con una red de conocimientos que ya posea. Además los contenidos suelen ser ajenos al niño, no le dicen ni explican el entorno concreto que los circunscribe. La educación se ha conformado como un proceso de enseñanza enciclopédica y atiborrante, en el que la mayoría de las veces se recurre a la memorización mecánica, en el que la mayoría de las veces se recurre a la memorización mecánica con base en la simple repetición, esto la hace además tediosa y aburrida (Tirado, 1990). Casi nunca se toma en cuenta que los alumnos manifiestan expectativas diferentes y alternativas a las que el maestro desea o espera (Driver, 1989).

La mayoría de los conceptos científicos que integran los programas de estudio se enfocan frecuentemente a definiciones que tienen sentido en el ámbito de la investigación, pero que difícilmente pueden ser comprendidos por los estudiantes. Por ejemplo, Castellanos (1988) da la siguiente definición, en su libro de texto para estudiantes de primero de secundaria "El átomo es la menor cantidad de materia que puede existir libre y se comporta como individuo (unidad indivisa) en las reacciones químicas".

La creación de la terminología científica está dictada hasta cierto punto por el ideal de expresar de la manera más fiel posible el objeto de estudio. El científico busca crear una terminología que permita identificar lo que nombra y describe algunas de sus características. Sin embargo existen características propias del lenguaje que dificultan este propósito la diversidad de las necesidades de los usuarios, la creación de sinónimos, el uso de las metáforas, la necesidad de traducir ciertos términos. Este determina problemas cuando el propósito es transmitir ideas y conocimientos a un público no especializado, como el que se tiene en el ámbito escolar. Es necesario

eliminar todos aquellos componentes del lenguaje científico que dificulten su comunicación a sectores no-científicos. La descripción detallada de un objeto o proceso no es por lo regular necesaria para los fines de la divulgación ya que el objetivo que se persigue es que la información sea interesante. De todas maneras tanto la divulgación como la educación básica comparten los mismos principios. Los niños, en la medida que crecen, se enfrentan a un lenguaje más metafórico, esto determina que desarrollen concepciones equivocadas sobre ciertos términos que interpretaban de una manera más correcta cuando eran más pequeños. Hernández (1994) encontró que estudiantes de secundaria entendían el concepto extinciones como el acto de apagar fuego. Los términos animal y fuego, por ejemplo, tienen un significado más correcto en términos científicos en niños menores. Esta es una consideración que no debe soslayarse cuando se diseñan materiales educativos.

La visión tradicional de la enseñanza de procesos científicos en la escuela básica ha correspondido a un modelo de ciencia como un producto acabado o como un método de trabajo, no como un cuerpo de conocimientos en constante transformación que se desarrolla en el marco de teorías científicas. Niedo y Cañas (1992), citado en Guillén, (1994) realizaron un análisis comparativo de los currícula de Biología, Física y Química en los países de Iberoamérica y concluyeron que en prácticamente todas las naciones priva un modelo ahistórico en la enseñanza de la ciencia. Los experimentos se plantean como metas definidas y generalmente no hay el tiempo suficiente para favorecer la reflexión. No se considera que los alumnos necesitan tiempo para pensar y comentar sus experiencias (Driver, 1989).

Unos de los modelos para educar acerca de contenidos científicos planteaba la necesidad de que el niño adquiriera la personalidad de un científico. Sin embargo, objeciones muy simples se pueden hacer a este modelo. El estudiante de los niveles básicos reconoce los experimentos como ejercicios cuyos propósitos es brindarle una definición operacional de ciertas teorías. El estudiante de ciencias frecuentemente acepta una teoría con base en la autoridad del maestro o de un libro de texto, no en base a la evidencia. Esta es una diferencia central respecto a la actividad científica. Hay que entender que una teoría científica es adecuada no cuando demuestra ser verdadera en un sentido absoluto, sino cuando es razonable, plausible, tiene el suficiente poder explicativo y estimula investigaciones más profundas. Este sentido rara vez es adoptado en los salones de clase. Es más sensato permitir a los alumnos que utilicen en la discusión los modelos que generan y que les son legibles, que aquel que el profesor presenta como verdadero y que generalmente no es accesible para los estudiantes. Los alumnos deberían experimentar discutiendo y revisando sus propios modelos ante la evidencia. Esto permitirá que los alumnos reciban en cabalidad un modelo moderno en el que la ciencia no se considera como un producto terminado. En este contexto es necesario determinar las estrategias didácticas que permitan revertir esta corriente y provocar un cambio en la manera de enseñar ciencia tratando de superar las inercias desgastantes de un sistema educativo en crisis.

La enseñanza de la evolución

Tradicionalmente la Teoría de la evolución ha recibido un papel marginal en la enseñanza secundaria. Los programas de estudio generalmente la han relegado a las últimas unidades con un papel secundario. Sin embargo, en 1993 este esquema se modificó y los nuevos programas destacan el papel de los estudios evolutivos como un puente para comprender los fenómenos biológicos. En este contexto es que resulta importante sondear las ideas de los estudiantes acerca del tema evolutivo.

Nada tiene sentido en Biología si no es a la luz de la evolución, apuntó Dobzhansky (Ayala, 1977). En el momento actual ningún estudioso del conocimiento biológico cuestiona el papel de la evolución como el cuerpo teórico más global y unificador en Biología. La teoría de la evolución es la pieza fundamental de la Biología y posee importancia científica y social indiscutible. Esta caracterización implicará necesariamente la inclusión de tópicos evolutivos en el currículum de los primeros niveles de enseñanza formal de la Biología en secundaria. Si embargo, diversas investigaciones (Quiroz, 1991. Guillén, 1994) han demostrado que la evolución, entendida como una relación entre los cambios ambientales y la producción de cambios en las características de los organismos a través de mecanismos genéticos, presenta una serie de conceptos que los alumnos encuentran difíciles de asimilar. Los alumnos aparentemente no son capaces de establecer las relaciones que existen entre sus nociones sobre evolución orgánica y las razones ofrecidas por los científicos que les son explicadas en la escuela. Es por ello que se ha sugerido que el tema evolutivo se postergue hasta la preparatoria.

Ante esta disyuntiva es necesario entender que una distinción importante es la que existe entre los temas del currículum y las estrategias de enseñanza, entendidos respectivamente como los procesos y criterios para ordenar el conocimiento y las destrezas y actitudes que se enseñarán a un grupo determinado, y como la selección de modos de enseñar y propiciar un ambiente de instrucción, en el primer caso, lo importante es la elección de conceptos, en el segundo caso, la elección de actividades con un componente significativo. Esta diferenciación es importante ya que permite evitar la suposición de que la falla en la estrategia para enseñar un concepto implica necesariamente la imposibilidad de enseñarlo a ese nivel (Novak, 1976). En este sentido me parece que el problema de la enseñanza de la evolución en secundaria, más que de complejidad conceptual, es de estrategia didáctica.

Hernández (1991), en un estudio realizado con alumnos de primero de secundaria en una escuela pública mexicana, encontró que la mayoría de los términos fundamentales en los que se estructura la teoría sintética de la evolución no son reconocidos por los alumnos en su connotación Biología. Citado en Guillén 1994, condujo un estudio en la secundaria inglesa en el que investigaron los conceptos que manejaban los alumnos de secundaria en relación al tema de herencia y evolución. Encontraron que los alumnos reconocían procesos evolutivos únicamente en las poblaciones animales y no eran capaces de establecer las relaciones entre diferentes grupos.

Los datos de Deadman y Kelly (ib.) indican que, en cuanto a las explicaciones acerca de la ocurrencia del fenómeno evolutivo, todos los niños ofrecieron ideas que pueden ser divididas en dos tipos básicos: naturalistas, en las cuales asocian los cambios con alguna necesidad o fuerza interna que impulsa a los animales para ser mejores, o ambientalistas, en las que se implica que los cambios en los animales se asocian con cambios en el ambiente. En el momento de explicar cómo cambian los organismos, los alumnos frecuentemente ofrecieron explicaciones iguales al por qué cambian. Sus argumentos tenían un componente lamarckiano en el sentido de que el uso repetido de algún miembro u órgano determinaría una mutación.

En cuanto al concepto de adaptación, prácticamente todos los estudiantes emplearon este término para fundamentar sus explicaciones de la evolución. La adaptación fue entendida como la relación entre la estructura del animal y el ambiente. En las explicaciones privó un argumento naturalista. Para los estudiantes la adaptación es el resultado de una necesidad del animal. Aparentemente el concepto de preadaptación

no les es familiar. Sólo aquellos que manifestaron comprensión del valor adaptativo de ciertas estructuras animales incorporaron el concepto de sobrevivencia y erradicaron la idea de cambio por necesidad. Todos los niños estuvieron claro que algunas especies primitivas se han reproducido mientras otras no; de hecho, emplearon términos como extinción y sobrevivencia, pero sin ligarlos de manera profunda con mecanismos de selección. No se reconoce el carácter intra-específico de las adaptaciones y todas las explicaciones se refieren a especies diferentes. Algunos niños manejaban un concepto elemental de adaptación y enfatizaron más la sobrevivencia que la extinción.

Los estudiantes no entienden a la evolución como un proceso en el que se involucran aspectos probabilísticos y carecen por completo de información acerca de las fuentes de variación en los organismos. Poseen únicamente la idea de que herencia es la transmisión de caracteres de una generación a otra. Sus ideas acerca de la aparición de nuevas características se basan en la experiencia. Palabras como gen o cromosoma fueron utilizadas sin que aparentemente los estudiantes comprendieran su significado.

La mayoría de los estudiantes cree en la evolución debido al prestigio de la ciencia que avala la teoría más que en su entendimiento y razonamiento. Por otro lado, la mayoría de la gente no parece entender el proceso evolutivo como ha sido descrito por los científicos, aún después de haberlo estudiado. En el trabajo realizado para conocer el desempeño de los adultos con antecedentes de estudios científicos contra los que no lo tenían en cuanto a Biología elemental en Inglaterra, se encontró que no había una diferencia significativa, lo que sugiere el poco efecto del trabajo escolar en los estudiantes. Estos autores encontraron además diferencias entre las ideas científicas y las que los alumnos manejan.

Una de las características de la teoría evolutiva es la distinción de dos procesos: por un lado, la aparición aleatoria de cambios en la estructura genética de una población en función de mutaciones o recombinación genética y por otro, la sobrevivencia o extinción diferencial de los individuos en función de presiones ambientales (selección natural). En general la mayoría de los estudiantes no son capaces de reconocer la diferencia entre estos dos procesos que enfocan como uno solo.

Los estudiantes creen que el ambiente causa los cambios en las poblaciones a través del tiempo. Los mecanismos que sugieren son de necesidad (el organismo necesita correr más rápido), y de uso y desuso (no usar los ojos los hace disfuncionales) y de adaptación (los animales se adaptan, por su propia visión a los cambios ambientales). Para los estudiantes basta la explicación de una función que frecuentemente confunden con el mecanismo evolutivo.

La variación es un componente esencial de la teoría evolutiva. En sentido estricto es el sustrato sobre el que actúa la selección natural. En los estudiantes ésta no es una noción clara, y entienden a la evolución como un proceso que homogeneiza a las especies.

Las nuevas características se observan en una población debido a que los organismos que las poseen se reproducen con mayor frecuencia. Los estudiantes piensan que estos cambios se van dando en las mismas características de manera gradual entre una generación y otra.

El concepto de adaptación es entendido en su acepción cotidiana, que es diferente de la que se utiliza en el contexto evolutivo. Los biólogos utilizan el término adaptación refiriéndose a un fenómeno poblacional donde los cambios se producen a través de varias generaciones debido a la acción de la selección natural. En lo individual se refiere al proceso de acomodamiento del organismo al medio. Los estudiantes interpretan el concepto de adaptación como un término que se refiere a cambios individuales a través de un esfuerzo propio, en el caso de un perro, que se adapta a su nueva casa, los alumnos cuando escuchan en la escuela el término adaptación, que se les presenta en un contexto evolutivo, refieren la idea a su propia concepción, lo que tiende a reforzar concepciones equivocadas de carácter naturalistas. Estas ideas de los alumnos aparentemente que pueden modificar si los maestros las conocen y diseñan métodos para enfrentarlas. Uno de los argumentos de los docentes para explicar su resistencia a impartir el tema se basa en que la evolución no es una materia de carácter práctico. Sin embargo, existen trabajos que, atendiendo a este problema, se han desarrollado para producir prácticas viables en el ámbito escolar sobre selección natural y sobre selección sexual. Sería necesario que los docentes aplicaran cierta iniciativa para reproducir esta experiencia en el salón de clase.

Como una estrategia para transmitir adecuadamente el concepto de evolución se debe tratar de entender éste de manera cabal determinado la relación entre los conceptos evolutivos (por ejemplo, las mutaciones producen variabilidad sobre la que actúa la selección natural), de esta manera el docente contará con un elemento estructurado para transmitir los conceptos que se deriven de él.

La presencia del pensamiento teleológico puede explicarse por el uso en clase o en libros de texto de frases como el mejor adaptado o la supervivencia del más apto, que intuitivamente transmiten una idea de mejoría en las poblaciones. Es necesario enfatizar el hecho de que esta mejoría es tan variable como las presiones de selección que actúan sobre los organismos. Es decir, dado que el ambiente es variable, no es posible conseguir un producto acabado en términos evolutivos, ya que las condiciones en que es apto pueden variar y determinar que sus características se vuelvan ineficaces para enfrentar las presiones ambientales. En un estudio Jungwirth (1975), (citado en Guillén, 1994) demostró que una proporción elevada de alumnos de secundaria aceptan conceptos de adaptación y evolución desde una perspectiva antropocéntrica y teleológica. Esta aceptación es literal y no de manera metafórica, distorsionando de esta manera su visión de los conceptos evolutivos. Otros estudios han confirmado esta tendencia (Engel y Wood, op. cit). Desde el punto de vista de un físico, la física carece de explicaciones teleológicas mientras la Biología en cambio está llena de ellas. La explicación es la selección natural que genera a través de su acción la impresión de que existe un propósito en el diseño de los organismos. Otro de los mayores riesgos en la interpretación de las formas funciones o conductas de los animales es la de caer en un programa adaptacionista en el que necesariamente tiene que haber una función adaptativa para el desarrollo de una estructura cuando esto no es necesariamente cierto.

El modelo de Ausubel

Antes de iniciar la lectura de este modelo se hace necesario recalcar que todas las citas textuales que aparecen en este apartado pertenecen a Ausubel, 1976, a menos que se especifique lo contrario, por considerar que así se respeta la fuente directa de información original del autor. Asimismo cabe destacar que gran parte de esta información se tomó del artículo de Novak (1976), del cual existe una traducción en la revista perfiles educativos(Novak, 1978), el cual no se usó por considerar más correcta referirnos a la fuente original.

David Ausubel describe varias clases de aprendizaje, las más interesantes desde el punto de vista del aprendizaje escolar son las siguientes:

- ✕ Aprendizaje por repetición referidos a la formación
- ✕ Aprendizaje significativo de conceptos.
- ✕ Aprendizaje verbal referidos a la solución
- ✕ Aprendizaje no verbal de problemas

Y señala también una distinción, que él estima "definitiva" entre los aspectos por los que se adquieren esas clases de aprendizaje:

- ✕ Aprendizaje por recepción
- ✕ Aprendizaje por descubrimiento
- ✕ Aprendizaje mecánico o repetitivo
- ✕ Aprendizaje significativo.

Aunque Ausubel describe con detalle estas clases y procesos de aprendizaje, no vamos a entrar en ellos, ya que realmente sólo utiliza estas descripciones para aclarar su concepto de aprendizaje significativo, que es el central de su obra. Y en éste es en el que nos vamos a extender. El lo define así: La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente (con) algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto, una proposición).

Ausubel describe tres tipos de aprendizaje significativo. Es en estas descripciones donde se deja ver el tipo de epistemología subyacente a su concepto de aprendizaje: Aprendizaje de representaciones o de proposiciones de equivalencia.

El tipo básico de aprendizaje significativo, del cual dependen todos los demás aprendizajes de esta clase, es el aprendizaje de representaciones, que consiste en

hacerse del significativo de símbolos solos (generalmente palabras) o de lo que éstos representan.

Por ejemplo, cuando un niño está aprendiendo el significado de la palabra "perro" se le indica que el sonido de la palabra representa, o es equivalente, al objeto perro en particular que está percibiendo en ese momento y, por consiguiente, que significa la misma cosa (una imagen de este objeto-perro) que el objeto. El niño relaciona activamente esta proposición de equivalencia con el contenido pertinente de su estructura cognoscitiva. Así, pues, consumado el aprendizaje significativo, la palabra "perro" es capaz de producir confiablemente un contenido cognoscitivo diferenciado (una imagen compuesta de todos los perros habidos en su experiencia) que equivale aproximadamente al producido por objetos-perro específicos".

Aprendizaje de proposiciones

La tarea de aprendizaje significativo no consiste en hacerse de los que representan las palabras, sino más bien en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones. O sea que en el aprendizaje de proposiciones el objeto no estriba en aprender proposiciones de equivalencia, sino el significado de proposiciones y verbales que expresen ideas diferentes a las de equivalencia representativa.

Aprendizaje de conceptos

El tercer tipo de aprendizaje significativo, que es preeminente en la adquisición de la materia de estudio, es el aprendizaje de conceptos. Los conceptos (ideas genéricas unitarias o categoriales) se representan también con símbolos aislados de la misma manera que los componentes unitarios".

Dado que los conceptos, lo mismo que los objetos y los acontecimientos, se presentan con palabras o nombres, aprender lo que significan (aprender que el concepto esta representado por una nueva palabra concepto específica, o aprender que la nueva palabra concepto es de significado equivalente al del concepto mismo) es evidentemente un tipo mayor de aprendizaje de representaciones. En síntesis: Si se comparan estos tres tipos de aprendizaje significativo, concluiremos, con el mismo Ausubel, que tanto el aprendizaje de proposiciones como el de conceptos tienen en su misma base y son dependientes del aprendizaje significativo de representaciones. Desde el punto de vista epistemológico. Este es el dato que interesa destacar.

Los criterios de competencia para el aprendizaje.

Para que en un objeto se dé de hecho el aprendizaje significativo, en el modelo Ausubeliano se explicitan las siguientes condiciones:

- ✕ 1) Que el sujeto muestre una actitud hacia el aprendizaje significativo. Es decir, que tenga "una disposición para relacionar no arbitrariamente sino sustancialmente el material nuevo con su estructura cognoscitiva".
- ✕ 2) Que el material que vaya a aprender sea "potencialmente significativo para él, especialmente relacionable con su estructura de conocimiento, de modo intencional y no al pie de la letra".

La potencialidad significativa de un material depende, a su vez, también, de dos factores principales: De la naturaleza del material que se va a aprender, y de la estructura cognoscitiva del alumno en particular.

En cuanto a la naturaleza del material, es necesario que posea significatividad lógica, entendiéndose por tal la necesidad de que el material no sea vago o arbitrario, y que sea posible relacionarlo intencionada y sustancialmente con ideas pertinentes que se hallen dentro del dominio de la capacidad de aprendizaje humano. En relación a este factor, Ausubel señala que en muy raras ocasiones faltará en las tareas de aprendizaje escolar, pues el contenido de la materia de estudio, casi por definición, tiene significado lógico.

En relación al segundo factor, la estructura cognoscitiva, del que depende la potencialidad significativa, Ausubel advierte: Para que ocurra realmente el aprendizaje significativo no basta con que el material nuevo sea intencionado y relacionable sustancialmente con las ideas correspondientes en el sentido abstracto del término. Es necesario también que tal contenido ideativo pertinente exista en la estructura cognoscitiva del alumno en particular. Es importante destacar que, en relación al significado del aprendizaje, el modelo distingue entre significado psicológico y significado lógico:

Es significado psicológico es idéntico al real o fenomenológico mientras que el significado lógico corresponde al que muestra el material de aprendizaje. Para un alumno en particular, la posibilidad de transformar el significado lógico y psicológico, en el transcurso del aprendizaje significativo, se lleva a cabo por la "relacionabilidad intencionada y sustancial de las proposiciones lógicamente significativas con la estructura cognoscitiva de ese alumno en particular.

Puede decirse que, dando por supuesta la actitud positiva del sujeto hacia el aprendizaje significativo, el criterio de competencia para el aprendizaje que se establece en el modelo que estamos examinando es doble: Por un lado depende de la disponibilidad, por parte del sujeto, de un material que posea significatividad lógica, en el sentido que se ha visto antes. Y por otro, de las ideas o contenidos pertinentes que existan en la estructura cognoscitiva del alumno. El primero es un requisito externo al alumno. El segundo es interno al mismo. Pero entre estos dos:

"La estructura cognoscitiva existente -tanto el contenido sustancial de la estructura de conocimiento de un individuo como sus propiedades de organización dentro de un campo específico en un momento dado- es el factor principal que influye en el aprendizaje". Por otra parte, conviene destacar la distinción que hace Ausubel entre las variantes de la estructura cognoscitiva y lo que él llama disponibilidad o prontitud. La primera se refiere, como hemos visto antes.

"a las propiedades sustanciales y de organización del conocimiento del alumno en un campo de estudio en particular".

La segunda implica que:

"el nivel de desarrollo de su desempeño cognoscitivo (del alumno) es tal que puede realizar una tarea de aprendizaje dado con una economía de tiempo y esfuerzo".

A diferencia de los variables de la estructura cognoscitiva, la disponibilidad o prontitud no está determinada por el estudio presente de los conocimientos del alumno dentro de un campo de estudio dado, sino por su madurez cognoscitiva o nivel de funcionamiento intelectual. Ausubel advierte que no se confunda esta madurez cognoscitiva con la maduración. La madurez cognoscitiva, tal como él la concibe, no se sabe cómo se adquiere. La maduración se refiere a incrementos de capacidad atribuido a influencias genéticas y/o a experiencias incidentales.

Criterios para el establecimiento de secuencias de aprendizaje

El concepto clave que se establece en este modelo para fundamentar el diseño de secuencias de aprendizaje, es el de diferenciación progresiva. Ausubel enuncia el principio de la diferenciación progresiva basado en dos suposiciones:

- ✕ a) Para los seres humanos es menos difícil aprender aspectos diferenciados de un todo más amplio ya aprendido, que formularlo a partir de sus componentes diferenciados ya aprendidos, y
- ✕ b) La organización del contenido de un material en particular en la mente de un individuo consiste en una estructura jerárquica en que las ideas más inclusivas ocupan el ápice e incluyen las proposiciones, conceptos y datos fácticos, progresivamente menos inclusivos y más finamente diferenciados.

En la dinámica de funcionamiento del modelo, parece que el principio de la diferenciación progresiva se conceptúa como algo que responde a la naturaleza de las cosas, según podría deducirse de la explicación siguiente:

Si el sistema nervioso humano, como mecanismo de procesamiento y almacenamiento de datos, está constituido de tal manera que tanto la adquisición de conocimientos nuevos como la organización de éstos en la estructura cognoscitiva se adapte naturalmente al principio de la diferenciación progresiva, parece razonable suponer que el aprendizaje y la retención óptimos ocurrirán cuando los profesores ordenen deliberadamente la organización y la secuencia de la materia de estudio basados en lineamientos semejantes.

Dicho de otro modo: El modelo describe los contenidos de la estructura cognoscitiva del sujeto como si estuvieran naturalmente jerarquizados, de manera que los conceptos más generales e indiferenciados ocupan los estratos superiores de la jerarquía y los más particulares y diferenciados ocupan las zonas inferiores a la misma y estará subordinados a los primeros. Si esto es así, es lógico que en este modelo se describa la adquisición de nuevos aprendizajes como algo que se incorpora a esta estructura jerarquizada de contenidos. Esta incorporación, se lleva a cabo mediante los procesos de inclusión y de asimilación. Según el modelo en que se lleva a cabo el proceso de inclusión, el nuevo aprendizaje puede ser: subordinado, y entonces consistiría en la inclusión del nuevo concepto o proposición en ideas más amplias y generales ya existentes en la estructura cognoscitiva. Por ejemplo: la belleza es un mamífero,

supraordenado, cuando lo que se aprende es un concepto o proposición que engloba a otros ya existentes. Por ejemplo: las zanahorias, judías y espinacas. Combinatorio, cuando el nuevo concepto o proposición no guarda relación de subordinación ni de supraordenación con las ideas establecidas en la estructura cognoscitiva del sujeto. Por ejemplo: las relaciones entre la masa y la energía, entre el calor y el volumen, etc.

El proceso de asimilación se concibe como complementario y matizador del concepto de inclusión. En palabras del mismo Ausubel: "Al incorporarse un nuevo contenido en la idea ya establecida en la estructura cognoscitiva A, el producto de la interacción no es Aa, sino A'a'. Es decir, por el proceso de la asimilación, se modifican no sólo a y A en a' y A', sino que el producto de la interacción de ambas modificaciones quedan relacionadas como miembros articulados de una unidad inductiva compuesta A'a'. La concepción jerárquica de la estructura cognoscitiva, juntamente con las ideas acerca de los procesos de inclusión y asimilación, llevan a Ausubel a mostrarse partidario de plantear las secuencias de aprendizaje en términos de aprendizaje subordinados, "toda vez que, supuestamente, las proposiciones pueden aprenderse y retenerse más rápidamente cuando son incluíbles en ideas pertinentes específicas de la estructura cognoscitiva y la organización jerárquica de esta última ilustra el principio de inclusión. "Pero plantear los nuevos aprendizajes en términos de aprendizajes subordinados puede ser problemático en el caso de que no existan en la estructura cognoscitiva del sujeto las ideas pertinentes que lo hagan posible. Para salvar esta situación, Ausubel recurre a la introducción de un nuevo elemento en su teoría, es de organizador previo, que define como: "un material introductorio, a un nivel elevado de generalidad e inclusividad que se presenta antes del material de aprendizaje, que sea explícitamente pertinente a la tarea de aprendizaje propuesta". "El organizador se aprendería por asimilación combinatoria, haciendo explícita su afinidad con el conocimiento pertinente y general de la estructura cognoscitiva ya existente, así como su pertinencia con respecto a los aspectos (relativos al nuevo aprendizaje)".

La influencia capital que el concepto del organizador de aprendizaje tiene en la teoría ausubeliana viene dada por el papel que se le asigna en el aprendizaje de nuevos materiales ya que, en palabras del mismo Ausubel, "La función principal del organizador es salvar el abismo que existe entre lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber".

Otro aspecto importante que se destaca en este modelo en relación al diseño de secuencia de aprendizaje es el de la transferencia. La transferencia en este modelo (como en otros), hace relación al efecto de la experiencia previa sobre el aprendizaje actual. Pero: en este caso, la experiencia anterior se conceptúa como cuerpo de conocimientos establecidos, organizado jerárquicamente y adquirido en forma acumulativa, que es relacionable orgánicamente con la nueva tarea de aprendizaje.

Coherentemente con todo lo dicho en este apartado, los procesos de transferencia podrían facilitarse de dos maneras:

- ✕ a) sustancialmente, empleando con propósitos de organización e integración, aquellos conceptos y proposiciones unificadores de una disciplina dada, que tengan los más amplios poderes explicativos, inclusividad, generalización y relacionabilidad del contenido de la manera de la disciplina en cuestión, y

- ❖ b) programáticamente, empleando principios programáticos adecuados para ordenar la secuencia de la materia de estudio, construir su lógica y organización internas y preparar ensayos de prácticas".

En relación a este punto, destacamos esta afirmación de Ausubel: Es típico que los detalles de una disciplina dada se aprenden tan rápidamente como pueden ser encajadas dentro de un marco de referencias contextual, que consistiría en un cuerpo conveniente y estable de conceptos y principios generales.

El Modelo de Análisis Proposicional:

un método para el estudio de la organización lógico-conceptual del conocimiento.

El Modelo de Análisis Proposicional es relevante, ya que enfrenta uno de los problemas centrales de la educación, su evaluación, libre de prejuicios y subjetividades, es por ello que considero pertinente tomar el modelo tal como se publicó en Campos y Gaspar, consideré dejarlo intacto para que sirva de referencia a lectores interesados en ampliar el tema.

Los estudios sistemáticos de Campos y Gaspar acerca del aprendizaje del conocimiento los han llevado a proponer un método para su análisis. De acuerdo con un enfoque constructivista, y tomando como apoyo teórico las propuestas sociolingüísticas, las interactivas y entre éstas las que se basan directamente en el conocimiento, el método que se propone se llama Modelo de Análisis Proposicional (MAP). Se parte del conocimiento que se presenta en forma discursiva, el cual tiene algún tipo de organización y puede relacionarse con conocimiento científico. Este método posibilita de analizarlo como texto y en cuanto a su contenido científico. Así, se puede hacer solamente análisis de discurso utilizarlo las primeras bases de este método, como se muestra en Campos y Gaspar (1995). En este trabajo nos enfocaremos en el análisis del conocimiento aprendido en condiciones regulares de aula. Para ello, utilizamos la estructura completa del método propuesto, es decir, como análisis de discurso y para estudiar su contenido científico mediante análisis de correspondencia. Además del estudio del conocimiento aprendido, con este método se puede analizar el proceso de aprendizaje de conocimiento y el cambio conceptual. Los resultados del análisis con este método permiten establecer validez epistemológica, potencial explicativo, estructuras de razonamiento, análisis de demanda cognoscitiva y potencial comunicativo. Desde un punto de vista más aplicado, se puede utilizar este método como base para el diseño curricular, de estrategias de enseñanza, de materiales didácticos y de evaluación del conocimiento aprendido. En la siguiente sección se presentan los fundamentos teóricos del Modelo de Análisis Proposicional. En la tercera sección se tratan sus aspectos metodológicos; y en la que sigue se presenta un ejemplo analizado con detalle para ilustrar el potencial analítico del método y algunos resultados preliminares de un estudio en el que se utiliza en forma general. Finalmente, se hacen algunas consideraciones a manera de conclusión.

Marco teórico del Modelo de Análisis Proposicional

Este modelo trata del conocimiento aprendido, por lo que es importante establecer los fundamentos teóricos con los que se abordan el conocimiento y el aprendizaje. Se describe primero el conocimiento, en general como una representación y se deslinda el conocimiento tácito del conocimiento científico. Después se establecen las categorías de organización conceptual y discurso, para de ahí proceder al tratamiento del aprendizaje, o más precisamente, el proceso de acceso y construcción del conocimiento.

Conocimiento conceptual

Es una forma de representación de la realidad y permite dar significado a los actos sociales, su interrelación y la relación que ésta tiene con el ambiente. La representación no es una simple reproducción, a manera de espejo, de la realidad, sino un proceso de construcción de significados que involucra "considerable procesamiento interno o interpretación". (Gere, 1992, 6). La representación perceptiva permite construir categorías (Neisser, 1989) en el proceso de participación e interacción social. Se construye con base en el acto perceptivo como forma de interacción con la realidad (Piaget, 1970) para organizar los significados de la experiencia. El conocimiento que se expresa mediante formas lingüísticas contiene significados sociales (Archer, 1990; Sztompka, 1990). Cuando carece de coherencia lógica, evidencia empírica, formas rigurosas de generación e interpretación de datos y estructura discursiva formal, se dice que es conocimiento personal/cultural (Banks, 1993), de sentido común (Dawis, 1990) o tácito (Polanky, 1975); LeCompte y Preissle, 1992), el cual se aprende experiencialmente, por transmisión verbal o imitación.

Conocimiento científico

El conocimiento tácito puede adquirir diferentes niveles de formalización de acuerdo con diversos criterios de generación y justificación. De esta forma se intenta establecer coherencia en las explicaciones de los fenómenos o procesos que se desean comprender y con ello se producen descripciones y explicaciones que se consideran racionales y adecuadas. El conocimiento científico se diferencia del no científico por su explícito y amplio contenido categorial; su compleja red de conexiones lógicas, sus referencias factuales y sus formas de elaboración, lo cual establece criterios de validez. El conocimiento formal utiliza con mayor rigor las llamadas reglas de la no-contradicción y de traducibilidad de la representación entre grupos o culturas (Archer, op cit.). Como todo conocimiento, el científico se genera en condiciones sociohistóricas específicas (Heller, 1990, 35). Estos tres aspectos representan, no exhaustivamente, las dimensiones epistemológica, metodológica y social del conocimiento, los cuales se encuentran entremezclados en lo que Kuhn (1975) llama una "red de compromisos".

Desde el punto de vista epistemológico, se trata de un problema de estructura: contenidos conceptuales y lógicos, que tienen por lo menos las dimensiones de representación y de juicio (Giere, op. cit.). En el caso de la representación, el conocimiento puede tener enfoques que van de lo realista a lo no-realista, mientras que en el caso del juicio, se trata de enfoques desde los racionalistas hasta los naturalistas, a partir de los cuales se determina la validez de los fundamentos del conocimiento científico. En cuanto a la perspectiva metodológica, se trata de un problema de significados, ya que el conocimiento científico, una "base generativa de lenguaje" (Chomsky, citado por Durand, op. cit., 22) permite que las experiencias factual, perspectiva y conceptual se comuniquen en todos los niveles de interacción social (personal, grupal, institucional, cultural), con referencia a los interlocutores en forma directa o mediada. Finalmente, un punto de vista sociológico involucra condiciones sociohistóricas, esto es, restricciones institucionales y normativas en las que tiene lugar la "negociación basada en intereses y necesidades contingentes" (Giere, op. cit. 6).

Desde cualquier de las tres perspectivas mencionadas, "el problema moderno no es cómo se puede obtener el conocimiento verdadero", sino "cómo se posible el conociendo científico". Es decir, la producción de una visión-del-mundo apropiada y aceptada como válida es el problema importante acerca de las condiciones epistemológicas, metodológicas y sociológicas de producción del conocimiento.

De esta forma, la construcción de categorías o conceptos es crucial, especialmente en lo que se refiere a la transición de conocimiento tácito a formal, o de un nivel a otro dentro de éste. Se trata de un problema doble: generación de conocimiento científico y aprendizaje, o más precisamente, acceso al conocimiento.

Organización conceptual

El conocimiento científico o no, adquiere algún tipo de organización mediante la actividad cognoscitiva, en diferentes niveles. La organización es crucial ya que es la base y el producto del proceso de construcción de categorías mediante la organización de clases de objetos, eventos y procesos (Neisser, op. cit.), la jerarquización (Ausubel, 1973), y el uso de una variedad de relaciones lógicas. Desde el punto de vista de los significados, los conceptos son elementos de una estructura temática que se puede expresar en varias formas, y se llaman componentes temáticos (Lemke, 1990). Significan o se refieren a objetos o temas. Así, una organización conceptual es una constelación compleja de componentes informativos junto con conexiones lógicas entre ellos.

Los conceptos que se encuentran en una organización conceptual determinada pueden estar o no basados en conocimiento científico y estar conectados de acuerdo con una lógica científica, es decir, en ambas dimensiones pueden ser tácitos o formales. El conocimiento puede tener conceptos y conexiones tácitas y científicas mezclados, especialmente en fases de transición de conocimiento tácito a científico, o entre zonas de conocimiento. Desde el punto de vista de su lógica, las declaraciones conectadas entre sí permiten el paso de una idea a otra, configurando las bases del razonamiento. La desconexión entre dos o más ideas se da porque no existe la forma semántica o lógica de realizar una declaración o zona de conocimiento con otra. Una zona de conocimiento se puede entender como el mensaje base del que la "información proposicional se codifica en texto explícitamente", o texto base (Frederiksen, 1983). El texto base se produce en un contexto dado, en forma conversacional o de alguna otra manera. Como en el caso de las declaraciones con significado, cada zona mayor de conocimiento puede estar basada o no en conocimiento y lógica científico. Además, cuando faltan o son débiles las estructuras de razonamiento, se produce desconexión entre zonas de conocimiento. La totalidad de conceptos y relaciones lógicas que alguien pueda tener en un momento dado, un conjunto muy grande y complejo de información, se puede entender como una colección de zonas de conocimiento conectadas en alguna forma. Cada zona representa un tema, a la manera de una "red de relaciones semánticas entre componentes temáticos" (Lemke, op. cit., 203).

Dado que son informáticas, las organizaciones conceptuales son traducibles, esto es, su significado construido en condiciones contextuales es potencialmente transferible a otros contextos. Las organizaciones conceptuales son dinámicas debido a la interacción con nuevo conocimiento (Ausubel, op. cit.) al proceso de construcción de categorías (Barsalou, 1989) y a la interacción social (Blome, 1992), lo cual abre el camino para el cambio conceptual. Una persona puede producir diferentes formas

lingüísticas de una misma organización conceptual en ocasiones diferentes debido al conjunto de sinónimos que posea de cada concepto, relación lógica y otros componentes. Esta variación semántica generalmente introduce variación en el nivel de precisión lógica. Sin embargo, existe estabilidad conceptual, a pesar de estas variaciones, si no se cambia la organización mediante el razonamiento o la asimilación. Los casos externos de resistencia al cambio conceptual o de cambio mínimo se deben a que la información nueva se percibe como anómala respecto a las ideas y creencias que uno mantiene (Chinn y Brewer, 1993).

En esta forma de aproximarse al estudio de la organización conceptual se toma en cuenta el hecho de que las personas tienen alguna idea, alguna descripción y hasta alguna explicación sobre prácticamente cualquier tema, lo cual se obtiene mediante procesos culturales y la interacción social.

Las organizaciones conceptuales se pueden estudiar mediante una variedad de métodos basados en medidas de proximidad semántica (Naveh-Banjamín et al., 1986; Preece, 1978; Goldsmith y Johnson, 1990) o el análisis de redes de conceptos y relaciones lógicas (Novak, 1990; Fisher, 1991). Todos estos métodos se conocen como mapeo conceptual, un procedimiento representacional de estructuras relacionales de conocimiento. El modelo que aquí se presenta es un procedimiento de mapeo conceptual que se basa en estructuras proposicionales. En términos de Frederksen, el MAP opera con un texto base que se genera del mensaje base o zona de conocimiento.

Discurso

El conocimiento que se posee mantiene su estructura relativamente cuando se expresa mediante el lenguaje. El conocimiento que se expresa, escrito o hablado, es un texto (Lemke, op. cit). Al expresarse, se genera "una secuencia determinada de elementos relacionados que se definen funcionalmente", "unidades estructurales como son las oraciones, los párrafos, las cláusulas grupos relativos a sustantivos...", de tal forma que cada una de las unidades estructurales "tiene una función específica dentro de la unidad /temática/ en conjunto, y una relación funcional específica respecto a cada una de las otras aparte dentro de la unidad. Estas relaciones funcionales entre partes implican relaciones entre los significados de lo que se esté comunicando en cualquiera de las partes y por lo tanto provee pistas para las relaciones semánticas". Así, una combinación específica e identificable de temática, género y forma estadística, se llama formación discursiva.

De acuerdo con las definiciones anteriores, un sistema conceptual, ya sea tácito o formal (científico), es un patrón temático de relaciones semánticas que contiene una variedad de unidades estructurales, incluidos los conceptos y las relaciones lógicas que los conectan. En tanto que discurso, se tiene entonces un producto de procesos de pensamiento conectados con estructuras coherentes de conocimiento, por lo que un estudiante puede generar estas estructuras al producir un discurso coherente: "al estudiar la habilidad de los individuos para producir discurso, uno investiga características fundamentales sobre cómo adquieren, representan y construyen estructuras extensas de conocimiento", produciendo discurso que representa componentes de la organización conceptual que posee.

Acceso al conocimiento

El aprendizaje de conocimiento científico depende de conocimiento previo y de estrategias de acceso, organización y uso (Prawat, 1989). Debido a que el conocimiento científico está muy estructurado, es decir, tiene un fuerte componente lógico-conceptual, también entran en juego estrategias de razonamiento (Rogan, 1988), que fortalecen el acceso, la organización y re-organización conceptual, y su uso, estas estrategias tienen lugar mediante mecanismos de transferencia a otras situaciones o dimensiones del propio conocimiento (Prawat) y a producción discursiva, escrita o hablada. Al expresarse, puede ser en forma argumentativa, con lo que se muestra el contenido conceptual, la forma lógica de la organización, las formas de razonamiento que se poseen en un momento dado, y la concepción con la que esta relacionada o en la que está fundamentada.

La dinámica de acceso del conocimiento parte de conocimiento previo. Este puede contener nociones vagas y conceptos precisos organizados de algunas maneras. Ausubel llama a esta organización estructura psicológica, es decir, la organización de las ideas y la información internalizadas, de los estudiantes, que se transformará cuando se asimila la estructura lógica del conocimiento (contenido de enseñanza). Esta transformación se hace con base en ciertos conceptos de la organización conceptual previa, que sirven como anclajes, de nuevos conceptos o como organizadores de la nueva estructura; entonces se tendrán conexiones más fuertes y más complejas, que a su vez permitirán adquirir nuevo conocimiento. Es decir, se trata de actividad lógica-conceptual.

El conocimiento que se adquiere se organiza con diferente nivel de complejidad de acuerdo con estructuras lógicas fundamentales (Piaget, op. cit; Halford, 1980) o con una amplia variedad de relaciones lógicas asociadas a contenidos específicos (Prawat, op. cit). Para procesar el conocimiento adquirido, responder a las preguntas que un estudiante se hace, o responde a las preguntas que se le hacen se requiere contar con una organización conceptual. Es decir, "la accesibilidad a su propio conocimiento es un función de la fortaleza de las conexiones y relaciones". La dificultad para generar o construir argumentos se debe a problemas en la habilidad para organizar lógicamente la información a que están expuestos los estudiantes día con día. De acuerdo con la discusión anterior, el proceso de aprendizaje puede entenderse como una construcción progresiva, no necesariamente constante, de organizaciones conceptuales cuyo referente es el contenido de enseñanza. Así, el estudiante construye representaciones simbólicas de la realidad mediante (Campos, 1989):

- ❧ a) adquisición directa del conocimiento disponible en un medio social específico, que se ofrece en el aula;
- ❧ b) reconstrucción de esas adquisiciones mediante interacción en el aula, y disparidades entre el conocimiento informal que el estudiante ya posee y el nuevo; y
- ❧ c) construcción de un marco representacional temporal de aspectos de la realidad que sintetiza las adquisiciones y sus transformaciones, en una estructura estable hasta que se modifique sustancialmente, con lo cual el estudiante identifica e interpreta su campo disciplinario.

Es importante reiterar que en el aula se adquieren, además del conocimiento científico, otros saberes que el profesor introduce (Banks: Campos, Gaspar y López, 1994). Sin embargo, como el conocimiento científico tiene asignados criterios epistemológicos, con los que se argumenta su validez teórica y metodológica, la estructuración conceptual en el aula gravita alrededor de este tipo de conocimiento.

El Modelo de Análisis Proposicional

Este Modelo se ha diseñado para identificar las ideas principales en una organización conceptual y la organización misma, de acuerdo con su contenido lógico y conceptual. Antes de proceder a la descripción del método, en seguida se presentan algunas definiciones y consideraciones que complementan los aspectos teóricos del modelo.

Las organizaciones conceptuales que se expresan como estructuras discursivas se analizan tomando en cuenta su carácter semántico y sintáctico. La dimensión semántica permite utilizar diferentes palabras y aun conceptos para comunicar un significado particular en una determinada configuración temática. Esto es posible debido a que las categorías poseen estructura graduada (Barsalou, op. cit.) esto es, los miembros de una categoría varían de típicos a atípicos. Así, la tipicidad equilibra el significado aceptable en un contexto dado.

Por otro lado, la dimensión sintáctica está asociada a reglas de generación de discurso fluido de tal manera que las unidades estructurales, como los conceptos y las relaciones lógicas, correspondan a otras unidades estructurales, sean éstas conceptos o relaciones lógicas, de una manera ideacional (representacional) mediante conectores lógicos y gramaticales (Medin y Wattenmaker, 1989).

Las estructuras semánticas y sintácticas se producen y se refieren a contextos específicos (Green y Wallat, 1983; Frederiksen). Así las organizaciones conceptuales están constituidas por conocimiento dependiente de estructuras temáticas y se expresa como estructuras discursivas dependientes de contexto. El discurso más pequeño que pueda tener significado y contenido lógico dentro de una organización conceptual es una proposición. En este modelo se define a la proposición como una declaración temática específica y dependiente de contexto con las siguientes características:

- ❧ a) está formada por dos o más conceptos y una relación lógica por lo menos;
- ❧ b) pertenece o es en sí misma una zona de conocimiento o formación temática; y
- ❧ c) comunica significado contextual.

La mayoría de las proposiciones contienen más de dos conceptos y una relación debido a la necesidad lingüística de comunicar una idea o formación temática. Cuando las proposiciones se usan en discursos amplios, toman una variedad de géneros, como los narrativos, descriptivos, argumentativos o explicativos. Para los propósitos de nuestro análisis, un concepto se define como un conjunto de palabras (generalmente una) que nombra o define un objeto (abstracto o concreto), un evento

c un proceso; se reconoce en los sustantivos del discurso. Una relación lógica se define como un conjunto de palabras, generalmente una, que describe una acción. En Campos y Gaspar se encuentran ejemplos de proposiciones de diverso tipo. En la siguiente sección se muestran otros.

Dado que el discurso científico es una representación de la realidad, epistemológica, metodológica y socialmente aceptada como válida, las organizaciones conceptuales de carácter científico son coherentes y significativas cuando se construyen mediante métodos rigurosos e información constatable. De hecho, cuando dichas organizaciones se estudian en el contexto de validez científica, son perspectivas que aparecen en algún lugar de un continuo epistemológico, desde ideas no-científicas, vagas, nocionales y débilmente organizadas, hasta organizaciones fuertes y densas, pasando por organizaciones parcialmente válidas, de acuerdo con los parámetros actuales del conocimiento científico. Las organizaciones conceptuales en el extremo no válido generalmente contienen conocimiento tácito y se denominan marcos alternativos, preconcepciones o conceptos erróneos. Dado que se trata de un continuo, esta clasificación sólo cumple propósitos analíticos, con límites borrosos. Así, el MAP es un método de análisis de discurso para estudiar la estructura de cualquier texto, sin importar en qué clase se pueda ubicar. Por otra parte, se ha diseñado una versión extendida del método, que incluye otras categorías pertinentes, para realizar análisis de correspondencia entre cualquier estructura de conocimiento y otra de la misma formación temática aceptada como científicamente válida. En este trabajo se harán ambos análisis. Los resultados de la segunda etapa permiten precisamente la clasificación de organizaciones conceptuales.

Obtención de información

Este análisis se basa en protocolo verbales escritor de estudiantes y profesores, que se obtienen de la siguiente manera: Se aplica un examen de una o dos preguntas a los estudiantes de una a tres veces en un semestre escolar. Los items para examen en un grupo escolar determinado son provistos por su profesor de acuerdo con el criterio de que deben contener o representar el contenido de enseñanza fundamental que los estudiantes deben saber necesariamente para continuar sin mayores problemas en el manejo del contenido de la asignatura. Los items que se aplican deben estar escritos de manera que el estudiante responde en forma argumentativa, esto es, los estudiantes tendrán que usar explicaciones y argumentaciones para mostrar el contenido conceptual y las relaciones lógicas en que está basado su conocimiento. Es decir, el nivel de demanda cognoscitiva se establece en el nivel de argumentación, producción de declaraciones que, además de incluir definiciones, se desarrollen mediante discurso explicativo. Con esto se logra que los estudiantes hagan explícitos sus conceptos y las formas de conectarlos. Por tanto, las respuestas de los estudiantes son tipo ensayo que contendrá algunos conceptos y relaciones lógicas.

Si es necesario, los items se reformulan y en ese caso se revisan con el profesor con el propósito de mantener su contenido y significativo. Los exámenes se aplican alrededor de dos semanas después de que se ha cubierto el tema que se trata en los items, y está diseñado para responderse en un máximo de veinte minutos.

Los profesores participantes también responde al examen aplicado a su grupo, lo cual se hace con el propósito de contar con un criterio de comparación en el análisis de las estructuras conceptuales de los estudiantes. Las respuestas de los profesores se han tomado como criterio por las siguientes razones:

- ❑ a) además de ser profesores realizan investigación y conocer bien los temas que se examinan;
- ❑ b) son quienes traducen conocimiento científico a discurso enseñable.
- ❑ c) son los productores del discurso específico al que están expuestos los estudiantes en el aula;
- ❑ d) son los intermediarios entre su discurso y cualquier conocimiento que obtengan los estudiantes, en clase o por su cuenta, mediante la selección de lecturas, asignación de tareas, coordinación de la discusión en clase y de la interacción, y de la evaluación.

Cada protocolo escrito se analiza en dos etapas: como texto (análisis de discurso) y según su contenido científico (análisis de correspondencia). Las etapas tienen varias fases, las cuales se describen a continuación.

Análisis de discurso

El texto de los exámenes es material discursivo que contiene estructuras de conocimiento representadas en declaraciones proposicionales. Una proposición, como se definió anteriormente, es una declaración argumentativa, dependiente de una formación temática y un contexto específicos, parcial o totalmente basada en conocimiento científico, construida semántica y sintácticamente. Sus componentes semánticos (palabras o grupos de palabras) se clasifican en Conceptos, Relaciones Lógicas y Otros Componentes (Conectores Gramaticales, Modificadores y Otros). Los Conceptos y las Relaciones Lógicas se definieron anteriormente. La categoría Otros Componentes es de tres tipos: Correctores Gramaticales, que permiten fluidez en el discurso, hablado o escrito, al conectar ideas o términos dentro de una formación temática: por ejemplo, preposiciones y artículos; Modificaciones Gramaticales, o atributos que establecen tamaño, lugar, tiempo, cantidad y otras características; y Otros, en donde se incluye todo lo que no se puede clasificar en las categorías y subcategorías anteriores.

Identificación de conceptos, relaciones lógicas y proposiciones

El primer paso en este análisis semántico es la identificación de proposiciones y sus componentes. Los ítems gramaticales como coma, punto y coma y demás, son pistas para identificar proposiciones, ya que la estructura sintáctica relaciona significados de ideas más o menos bien expresadas en alguna formación temática, siempre y cuando contenga dos o más conceptos y una relación por lo menos. Así, las proposiciones son de hecho conjuntos significativos de conceptos y relaciones lógicas, en pocas ocasiones aparecerán como declaraciones con sólo dos conceptos y sólo una relación. Debido a que el contexto inmediato de los estudiantes que responden al examen requiere de su interpretación para determinar qué tan específica, general, larga o corta pueda ser su respuesta, ésta se subordina temáticamente a los requerimientos de la propia pregunta de examen y a su conocimiento al respecto. Esto es:

- ✘ a) hay actividad lógica involucrada en lo que respecta a la utilización de conceptos, lo cual es posible sólo mediante el acceso al conocimiento y formas de razonamiento propios;
- ✘ b) la estructura semántica que se usa depende del conocimiento propio; y
- ✘ c) la estructura sintáctica se produce para comunicar tales significados.

La clasificación de componentes semánticos del discurso requiere una lectura e interpretación cuidadosas para determinar qué define qué, qué relaciona qué, la presencia de conceptos implícitos, el uso explícito de sinónimos y otros aspectos. Esta fase es muy importante ya que el análisis que se propone en el MAP se basa totalmente en ella. Por tanto, la clasificación de componentes no es una tarea trivial. Los sustantivos, verbos y otros componentes gramaticales son pistas para hacerla, pero los conceptos y las relaciones lógicas se pueden expresar en una variedad de formas (i.e. sustantivos compuestos y hasta adjetivos que en sí mismos representan un concepto) asociadas a conceptos ya reconocidos como válidos en una teoría determinada.

El mapa proposicional

La segunda fase del análisis es la construcción del mapa proposicional, un diagrama que representa las proposiciones ya identificadas en el paso anterior. El mapa proposicional contiene el texto completo que se analiza, con los conceptos encerrados en círculos y las relaciones lógicas a lo largo de líneas que los conectan, junto con los demás componentes. Estos últimos van entre paréntesis para diferenciarlos de las relaciones lógicas. No existe una jerarquía pre-establecida al construir el mapa proposicional, ya que el diagrama sigue literalmente el texto escrito y por lo tanto la argumentación del estudiante. En Campos y Gaspar, se encuentran ejemplos de mapa proposicional de diverso tipo, y al final de este trabajo se encuentran los que se realizaron para este trabajo.

Núcleo conceptual

El tercer paso en este análisis es la identificación del núcleo conceptual. Un concepto que se usa más de una vez en proposiciones diferentes constituye una intersección proposicional. Dicha intersección representa el núcleo conceptual de la organización. Esta es una estructura muy importante, ya que contiene los conceptos más ricos y complejos respecto a las relaciones lógicas que los conectan. Esto es, se trata de los conceptos que forman la base de la argumentación, apelando tantas veces a ellos como se considera necesario; comunican información relacionada; y se pueden expresar prácticamente en cualquier momento, como en el caso de los exámenes que se aplican en este estudio. De esta forma, el núcleo conceptual contiene el material informativo central o básico acerca del cual está construido el texto, es decir, representa su formación temática. Los conceptos restantes y los componentes semánticos que los acompañan, tan importantes como pueden ser, se subordinan al núcleo y le son periféricos, en el sentido de que lo ilustran, especifican, extienden o amplían.

Un núcleo conceptual puede ser simple (un sólo concepto relacionando dos proposiciones) o múltiple (conjuntos de dos o más conceptos relacionado dos o más proposiciones). Una organización conceptual dada puede tener más de un núcleo o ninguno. En cuanto a su representación gráfica, se señalan con un sombreado en el mapa proposicional. Como se puede notar, es posible construir diagramas jerárquicos tipo árbol al reorganizar el mapa proposiciones con los núcleos conceptuales ocupando el nivel jerárquico más alto, pero la estructura lógica debe mantenerse.

Densidad

Los conceptos y las relaciones lógicas en una organización conceptual determinada se expresan dentro de cierta estructura sintáctica (la estructura gramática) de Lemke,. Se puede producir texto claro y coherente con conceptos y relaciones lógicas precisas, además de componentes complementarios necesarios para comunicar cierto significado. Esto se da en una estructura sintáctica con un equilibrio adecuado entre conceptos y relaciones lógicas. Pero tal discurso probablemente sólo existe en casos altamente formalizados o codificados con un fuerte manejo lógico-conceptual y sintáctico. La mayoría de los discursos, aun los científicos incluyen componentes semánticos no necesarios o inadecuados que reducen su claridad. Esta situación es más evidente en el caso del aprendizaje. Cuando se está adquiriendo conocimiento nuevo, la precisión no se aprende inmediatamente. Además se descuida la sintaxis o no es prioritaria. La construcción de la precisión y la poca atención en la sintaxis introduce variación, ya esperada, en terminología. Esto produce imprecisión y puede confundir los significados. Cuando se desea hacer énfasis en un aspecto del tema no necesariamente se produce discurso más claro.

Así, una proposición adecuada de conceptos y relaciones lógicas producirá un texto con la densidad suficiente para ser entendida. ¿De qué proporción se trata? De una que se basa en las siguientes consideraciones: El cuarto paso en el análisis es el cálculo de un índice de coherencia que informa del nivel de densidad del discurso. La densidad se define como la proporción del número de conceptos, C, respecto al número de las relaciones lógicas, R: $d = C/R$. Este índice representa legibilidad potencial, y por tanto, su comunicabilidad. Entre menor sea el valor de densidad, mayor la densidad y viceversa:

- ✘ a) Por definición, el número mínimo de conceptos y relaciones lógicas en una proposición en dos y una, respectivamente, lo que da un valor de $d = 2$ ($C/R = 2/1 = 2 = d$);
- ✘ b) Esta proporción analítica ($d = 2$) casi nunca se da en discurso extendido: algunas proposiciones pueden tener un valor de densidad cercano a ella, pero cuando el discurso se amplía y se vuelve más y más argumentativo, se usan más relaciones lógicas, no todas ellas pertinentes o necesarias; el valor promedio de d es de 1.38, aproximadamente. ,
- ✘ c) Cuando el número de conceptos es menor que el número de relaciones, algunos de los conceptos se conectan entre sí en más de una vez o forma lo que hace que el discurso sea difícil de entender ($C < R$ significa que $d < 1$), con lo que se reduce a menos de la mitad la proporción de conceptos y relaciones que se establece en la definición);

- ✕ d) cuando el número de conceptos es mayor que el número de relaciones lógicas en un texto dado, algunos conceptos se conectan entre sí y por lo menos cada uno de ellos está relacionado a otro en sólo una forma; algunos conceptos pueden estar desconectados totalmente (C R significa que d 1);
- ✕ e) cuando el valor de densidad es menor que 1, esto es, el texto contiene más relaciones lógicas que conceptos, probablemente algunas de éstas son innecesarias o no pertinentes, lo que lleva a producir un texto innecesariamente denso; si todas son necesarias, y por supuesto pertinentes, entonces el texto es tan denso tal como está;
- ✕ f) cuando el valor de densidad es mayor a dos en un texto determinado, esto es, que contiene más del doble de conceptos que relaciones lógicas, es posible que problemas sintácticos afecten la claridad del discurso, o simplemente existen conceptos no conectados con ningún otro.

Este índice detecta densidad en un discurso específico en el contexto de una formación temática particular y no describe propiedades naturales del texto. Por otro lado, los conceptos pueden ser suficientemente abstractos como para hacer difícil de leer un texto, pero dado un contexto temático, el conocimiento previo de las personas involucradas se requerirá para aproximarse al propio texto en el nivel de demanda establecidos para el mismo (Ausubel; Prawat).

Análisis de correspondencia

De acuerdo con la discusión anterior, se espera que las respuestas de los estudiantes varíen sintácticamente respecto a la del profesor. Sin embargo, la estructura del conocimiento que se aprenderá debería mantener el mismo significado en ambos aspectos a pesar de esa variación. Si el aprendizaje ha tenido lugar, por lo menos parte de la estructura lógica tuvo que ser asimilada como estructura psicológica sin importar la forma terminológica o sintáctica. De esta manera, el problema es cuánto se aprende y si lo que se aprende representa la estructura epistemológica del conocimiento que ha de aprenderse. Se aprende una parte de la estructura lógica que se combina con información complementaria que el estudiante introduce, dado que es un proceso constructivo. Este problema se puede plantear en términos de correspondencia entre el contenido semántico de la organización conceptual del estudiante y la del criterio, en este caso la del profesor. Esto es, correspondencia en conceptos y en relaciones lógicas. Ambas se explican más adelante. Así, desde el punto de vista del acceso al conocimiento, el problema en realidad no es tanto respecto a cuánto se aprende, sino si por lo menos una parte de la estructura lógica ha sido asimilada con una organización particular. Se trata por tanto de una cuestión de calidad. La calidad se define por cuatro dimensiones: la presencia de ciertos conceptos, la presencia de ciertas relaciones lógicas que conectan a dichos conceptos en forma específica, la presencia de conceptos del núcleo conceptual del criterio, y la forma de comunicar tales significados. Debido a la interacción entre profesor y estudiantes, así como al uso de materiales educativos comunes, algunos conceptos científicos en el discurso del profesor serán asimilados con los mismos términos por el estudiante. Otros no los estudiantes usarán términos diferentes para referirse a los mismos conceptos que en el criterio. Por otra parte, los estudiantes podrían usar

conceptos vagos o en forma ambigua que aluden, aunque en forma imprecisa, a un concepto o relación lógica en el criterio.

Por tanto, la correspondencia entre organizaciones conceptuales puede darse en tres dimensiones: en conceptos, en relaciones lógicas y en conceptos del núcleo conceptual. En los tres casos puede haber a su vez tres niveles de precisión:

- ✕ a) idéntica, cuando el estudiante usa exactamente el mismo término o sus formas gramaticales para referirse a un concepto en la estructura criterio:
- ✕ b) equivalente, cuando el estudiante usa diferentes términos (o hasta diferentes conceptos o relaciones lógicas) que son sinónimos a los conceptos o relaciones lógicas en el criterio, en el contexto de la pregunta o tema que se trata; o
- ✕ c) alusiva, cuando el estudiante usa un concepto o relación lógica con algún componente común de significado, aunque vago, con el criterio.

La correspondencia idéntica sólo existe entre términos específicos, mientras que las formas equivalentes o alusivas pueden incluir una diversidad de términos al mismo tiempo, debido a la pérdida de precisión. Esta definición de correspondencia implica que los conceptos que se identifican con esta característica se refieren a conocimiento científico aunque tengan diferentes grados de precisión. Por supuesto, la correspondencia no necesariamente existe término por término, ya que uno o más componentes semánticos, incluyendo proposiciones completas, pueden corresponder en alguno de los niveles mencionado con uno o más conceptos o relaciones lógicas. Este análisis semántico requiere una cuidadosa revisión de significados de cada componente identificado para, a su vez, identificar correspondencias.

Correspondencia conceptual

De acuerdo con los criterios anteriores, el primer paso en esta segunda etapa de análisis semántico es identificar los conceptos, que se encuentran en la respuesta de cada estudiante, que presentan algún nivel de correspondencia con los del criterio. Esto se establece buscando significados comunes en los grados de precisión mencionados. La correspondencia puede presentarse en todos los conceptos o sólo en algunos. La respuesta del estudiante puede tener otros conceptos que no están en correspondencia con el criterio. Esto no significa que sean incorrectos o imprecisos. Al no estar en correspondencia, pertenecen a zonas de conocimiento subordinadas a algún concepto en correspondencia, pero que como zonas no se encuentran en el criterio, o simplemente pertenecen a otra formación temática en cuyo caso se requeriría hacer el análisis respectivo, en ese caso, no son pertinentes y deben estudiarse por separado. En este paso es necesario construir un mapa de correspondencia conceptual con base en el mapa proposicional del criterio, mostrando únicamente los conceptos en correspondencia. Los conceptos idénticos se señalan dentro de globos en gris; los equivalentes dentro de rectángulos y los alusivos en globos claros.

Correspondencia en relaciones lógicas

El conjunto de conceptos que están en correspondencia con el criterio, resultante del paso anterior, es la base para el análisis de correspondencia en relaciones lógicas. El siguiente paso en esta segunda etapa del análisis es identificar la correspondencia entre las relaciones que usa el estudiante para conectar el conjunto de conceptos en correspondencia, y las se establecen en el criterio en ese conjunto. Esta tarea debe hacerse en forma tan cuidado a como en el análisis de correspondencia conceptual. También en este caso es posible que alguna relación específica que use el estudiante corresponda a más de una relación lógica en el criterio y viceversa, y que las formas de conexión correspondan parcial o totalmente a las del criterio. En este paso es necesario construir un mapa de correspondencia relacional con base en el mapa de correspondencia conceptual, para mostrar las relaciones lógicas que el estudiante utiliza en correspondencia con el criterio en este aspecto. Las relaciones lógicas idénticas se representan con una línea continua gruesa, cortada delgada. Como el estudiante podría hacer sus propias conexiones entre conceptos, sin correspondencia, éstas se indican con una línea punteada.

Correspondencia en el núcleo conceptual

Dado que en una determinada formación temática el núcleo conceptual es una estructura central o básica, su asimilación es muy importante. El tercer paso en esta etapa del análisis es identificar, de entre los conceptos en correspondencia, aquéllos que son parte del núcleo conceptual del criterio. La correspondencia de este aspecto se puede encontrar en los conceptos que ya han sido identificados en el primer paso, y por lo tanto, se mantiene ese nivel de precisión. Desde el punto de vista de la asimilación, el núcleo conceptual es el mínimo que el estudiante debería aprender para entender en seguida o en el futuro la estructura básica, y sus ramificaciones, de una zona de conocimiento. Por ello, es deseable que el núcleo conceptual del criterio haya sido asimilado total o parcialmente, de otro modo la asimilación de nuevas zonas de conocimiento, conectadas a la que se analiza será más difícil. Sin ese aprendizaje, el estudiante continuará un curso en condiciones de desventaja para enfrentarse a conocimiento nuevo, probablemente más complejo.

La representación de la calidad del discurso

El cuarto paso en esta segunda etapa del análisis es determinar la calidad del discurso. Es importante recordar que la calidad se aborda desde las siguientes dimensiones: la presencia de varios conceptos, la presencia de ciertas relaciones lógicas que conectan a dichos conceptos en forma específica, la presencia de los conceptos del núcleo conceptual del criterio, todo ello independientemente, de su forma terminológica, y la forma de comunicar tales significados. El estudio de la calidad es parte del análisis de correspondencia, pero sus características son tan específicas y complejas que les daremos tratamiento por separado. El análisis semántico se mantiene en el nivel interpretativo al asociar el discurso del estudiante a los requerimientos de la estructura epistemológica del criterio y la demanda cognoscitiva desde el punto de vista del razonamiento. Por otra parte, se han definido índices derivados del propio análisis semántico, que en forma cuantitativa representan la calidad del discurso y permiten clasificar las organizaciones conceptuales bajo estudio de acuerdo con su potencia lógico-conceptual. Trataremos la dimensión cualitativa primero y su derivación cuantitativa en seguida.

Análisis cualitativo de la correspondencia

Una vez que se ha identificado la estructura básica del discurso de cada estudiante y su correspondencia con el criterio elegido, se pueden analizar la precisión, el potencial y los problemas respecto a las siguientes dimensiones, en particular del conjunto lógico-conceptual en correspondencia:

- ✘ a) semántica, incluyendo el nivel de precisión;
- ✘ b) lógica y de razonamiento, incluyendo demanda cognoscitiva;
- ✘ c) temática y su relación con la del criterio;
- ✘ d) géneros discursivos, incluyendo el factor de coherencia;
- ✘ e) enfoque teórico y epistemológico, de acuerdo con categorías específicas de análisis provenientes de la teoría a la que pertenece el tema que se estudia.

Análisis cuantitativo de la correspondencia

Índices

De correspondencia conceptual: proporción del número de conceptos de correspondencia (CTS), respecto al total de conceptos en la organización conceptual criterio (CT) se denota como $cc = CTS/CT$.

De correspondencia relacional proporción del número de relaciones lógicas que el estudiante usa en el conjunto de conceptos en correspondencia (RSTC), respecto al total de relaciones lógicas en ese conjunto en el criterio (RTC) y se denota como $cc = RSTC/RTC$.

De correspondencia en el núcleo conceptual, proporción del número de conceptos en la organización del estudiante (CSTc), respecto a los que se encuentran en el núcleo conceptual del criterio (CTc), y se denota como $c = CSTc/CTc$.

De calidad en conceptos y relaciones lógicas dado que los conceptos y las relaciones lógicas en una organizaciones conceptual tienen significado solamente cuando se presentan en conjunto por las razones de estructuración discursiva mencionadas anteriormente, dichos conceptos deberían relacionarse de una forma específica de acuerdo con el criterio. Así, tomar ambos tipos de correspondencia significa identificar la zona de intersección de dos diferentes organizaciones conceptuales, la del estudiante y la del criterio. Esta intersección se denota como $q = (cc-cr)$, en donde cc y cr se definieron anteriormente.

De calidad general del discurso. Además de la calidad en correspondencia en masa informativa y relacional, el núcleo conceptual es tan importante que su asimilación es factor de calidad en la organización conceptual del estudiante. Al agregarlo al factor

q, se tiene un índice general de calidad con base en la correspondencia en precisión y lo central o básico ($q + c$) de una zona de conocimiento determinada. Si embargo, para tener un índice general de calidad del discurso que se estudia contra un criterio, es necesario involucrar el valor de densidad, que se encuentra en el plano sintáctico organizador del discurso, como ponderación de la calidad en precisión, que está en el plano semántico. Este índice general se denota como $Q = (q + c)/d$, que significa que se ha asimilado masa informativa y relacional en conjunto con aspectos básicos o centrales de acuerdo con una estructura sintáctica.

El valor del índice de calidad $Q = 0$ puede darse sólo cuando $q = c = 0$, ya que la densidad d nunca lo es (por la definición de proposición, que establece que $C \geq 1$):

- ☒ a) si $q = 0$, entonces c , cr o ambos son igual a cero, es decir, no existe correspondencia en conceptos, en relaciones lógicas o en ninguno de los dos. En otras palabras, el estudiante puede mostrar que tiene conocimiento y hasta sólidamente construido, pero muy específico, muy general, impertinente o irrelevante respecto a la zona de conocimiento que se estudia:
- ☒ b) si $c = 0$, entonces el estudiante no asimiló ningún concepto del núcleo conceptual.

En este caso, a pesar de la coherencia discursiva que se pueda tener, no se puede decir que el estudiante haya asimilado conocimiento con la calidad requerida. Con excepción de este caso, el índice general de calidad Q siempre será mayor que cero; en general variará en un rango de cercano a cero a aproximadamente dos.

Clasificación de la organización conceptual

Hipótesis de valores mínimos de correspondencia y densidad

La correspondencia varía entre ninguna ($cc = cr = c = 0$) y total ($cc = cr = c = 1$), mientras que la densidad puede ser muy fuerte ($d = 0$) o muy débil ($d = 2$), que representa una compleja combinación de niveles de asimilación en precisión en masa informativa, relacional, básica y la forma de expresarla, de una zona determinada de conocimiento. De acuerdo con las definiciones anteriores, se plantean las siguientes hipótesis sobre los valores de variación de los índices mencionados para la clasificación de organizaciones conceptuales:

Hipótesis de precisión en asimilación de conceptos.

De acuerdo con los elementos teóricos anteriores, el estudiante asimila una porción de los componentes conceptuales de una zona de conocimiento en condiciones regulares de aula, es decir, $CTS \geq CT$. Por tanto, se plantea que esta porción es igual o menor a la mitad de esa zona en esas condiciones, es decir, $CTS \leq 0.5 CT$.

Hipótesis de precisión en asimilación de relaciones lógicas que conectan conceptos en correspondencia.

La asimilación relacional implica un nivel de precisión muy alto en la masa conceptual en correspondencia, debido a que ésta puede ser equivalente o alusiva, se puede

reducir la precisión en las conexiones lógicas entre conceptos. Por ello, lo más probable es que se asimile sólo una parte de las relaciones lógicas entre conceptos en correspondencia (RSTC RTC). Por tanto se plantea que RSTC 0.5 RTC.

Hipótesis de precisión en asimilación de los conceptos centrales en una zona determinada de conocimiento.

Dado que no se asimila toda una zona de conocimiento, interesa saber si sus componentes fundamentales se asimilan. Se podría suponer que existe una situación similar a las anteriores. De ser así, se asimila el núcleo conceptual en forma parcial (CSTc CTc). Por lo tanto, se plantea que CSTc 0.5 CTc

Hipótesis de necesidad lingüística en la generación de discurso.

Un nivel dado de coherencia en un discurso amplio es difícil de mantener, por lo que la densidad varía. De acuerdo con las definiciones y discusión anteriores, se plantea que la densidad varía en el rango 1 d 2, sin requerir componentes redundantes o no pertinentes.

Rangos para la clasificación de la organización conceptual

Marcos Conceptuales.

De acuerdo con los elementos teóricos y las hipótesis anteriores, un estudiante ha asimilado conocimiento sustancial en clase cuando muestra por lo menos la mitad de una combinación de información requerida, formas de estructurarla lógicamente y su texto presenta una densidad de d 1.38.

Así, cuando $cc = cr = c = 0.5$ y $d = 1.38$, $Q = [(cc*cr) + c]/d = [(0.5*0.5) + 0.5]/1.38 = 0.543$. De esta manera, el índice $Q = 0.543$ representa una organización conceptual fuerte. Debido a que correspondencia perfecta ($cc = cr = 1$) y alta densidad ($d = 1$) producen un valor de $Q = 2$, podríamos esperar razonablemente que el rango para Marcos Conceptuales sea: 0.543 a 2.

Este rango representa una organización conceptual con un buen número de conceptos científicos, entre ellos un número razonable de conceptos básicos de una zona de conocimiento determinada, algunas relaciones lógicas apropiadas y un equilibrio adecuado de esos componentes.

Marcos Referenciales.

Las organizaciones conceptuales de este tipo representan una correspondencia y densidad menores. De acuerdo con las hipótesis anteriores, los valores respectivos serían: 0.25 $cc = cr = c = 0.5$, con lo que $Q = 0.0625$ a 0.25 , mientras que $d = 1.38$. Los valores que producen un valor más alto de Q en este rango serían de $cc = cr = c = 0.499$ y $d = 1.381$, mientras que los más bajos serían de $cc = cr = c = 0.25$ y $d = 2$, por lo que el rango para Marcos Referenciales es: 0.156 a 0.543

Esto significa que una porción razonable de conceptos, entre ellos algunos centrales se ha asimilado, junto con algunas formas apropiadas de conectarlos, en el marco de una estructura sintáctica aceptable de conceptos y relaciones.

Marcos Nacionales.

Este tipo de organización es el más pobre. Los valores que la representan son: $cc = cr = c = 0.25$ y $d = 2$. El valor más alto de $Q = 0.155$ se da cuando los valores de estos índices se aproximan a los límites del rango superior ($cc = cr = c = 0.249$ y $d = 2.01$). Por otro lado, aparte del caso en que los valores de correspondencia son igual a cero y por tanto $Q = 0$, un valor muy bajo es $Q = 0.044$ cuando $cc = cr = c = 0$ y $d = 2$ (por ejemplo, $cc = cr = c = 0.1$ y $d = 2.5$). Por lo tanto, el rango para Marcos Nacionales es: 0 a 0.156. Esto significa que se ha asimilado conocimiento en porciones mínimas de conceptos, entre ellos los centrales probablemente, y formas de relacionarlos, con una densidad que representa un discurso desarticulado.

Los tres tipos de organización conceptual incluyen conceptos y relaciones lógicas en los tres grados de precisión, correspondencia idéntica, equivalente y referencial. Es muy importante que la correspondencia referencial se toma en consideración en este Modelo porque, aunque es ciertamente vaga, se refiere de todas formas a conocimiento científico y representa un importante componente potencial para aprendizaje futuro, especialmente cuando se analiza desde los puntos de vista de la dinámica de la organización conceptual y de su estructura, de acuerdo con los fundamentos teóricos presentados anteriormente.

Criterios para la clasificación de la organización conceptual

De la densidad fuera de rango proposicional. Debido a que la densidad depende de la proporción entre conceptos y relaciones lógicas, y a que la sintaxis generalmente se descuida o se desconoce, probablemente se incluyen relaciones innecesarias especialmente si se analiza el texto desde el punto de vista formal. Esta revisión, ajusta el valor de densidad a su dimensión lógica, no sintáctica como aparece en el texto. Por tanto:

Es necesario revisar las relaciones lógicas y determinar su necesidad para comunicar el significado. En especial, conviene revisar los casos en que la densidad es menor que 1 o mayor que 2, de acuerdo con la definición de proposición y los valores esperamos de d .

De la homogeneidad de rangos en correspondencia y densidad. Cuando todos los valores de correspondencia (cc , cr y c) y el de densidad (d) de una organización conceptual se encuentran dentro de un rango determinado, la organización se ubica en ese rango.

De la heterogeneidad de rangos en alguna correspondencia o en densidad. Cuando alguno de los valores de los demás, o si todos son diferentes, es necesario considerar los siguientes aspectos: Primero, nótese que para que haya correspondencia en el núcleo se requiere que haya correspondencia conceptual (de hecho, $c = cc$); Segundo, para que el estudiante organice conceptos (R), se requiere que los tenga (C); Tercero, para que haya correspondencia relacional (cr) se requiere que haya correspondencia conceptual (cc). Finalmente, $C, R = 0$ para que exista densidad. Por tanto, cr , c y d se subordinan a cc . Por ello, deberán tomarse los siguientes criterios:

Cuando cc y c se encuentren en el mismo rango, la organización conceptual se clasifica, en ese rango directamente.

Cuando cc y c se encuentren en rangos diferentes pero próximos, la organización conceptual se ubica en el rango más bajo de los dos, ya que una organización con alguna e las dos correspondencias en un nivel determinado no puede ubicarse en esa clase si no se asimiló con el mismo nivel en la otra.

Cuando cc y c se encuentren en rangos diferentes, pero no próximos, es decir, que alguno de los dos se encuentra dentro de los valores que lo ubican en Marco Conceptual y el otro en Marco Nocional, la organización se clasifica como Marco Referencial, sólo si cr es de nivel de Marco Conceptual o Referencial. Si cr no es de uno de estos niveles, es decir, si es de Marco Nocional, entonces la organización se ubica en el nivel más bajo de cc o c; es decir, en Marco Nocional. Esto se debe a que, si una organización está representada por correspondencia conceptual alta pero el más bajo nivel en correspondencia con el núcleo, o viceversa, no puede considerarse siquiera Marco Referencial, a menos que la organización lógica sea fuerte, en los niveles de Marco Conceptual o Referencial.

Hipótesis

A pesar de la importancia del nivel secundario como aquél en que se definen líneas vocacionales y en el que los estudiantes enfrentan por primera vez un curso formal de ciencias, diversos investigadores han apuntado algunos de los problemas de la enseñanza de ese nivel. Quiroz (1991), señala cuatro problemas que obstaculizan la apropiación del contenido académico en la enseñanza de la secundaria; el nivel de significación de los contenidos, el predominio de la lógica de la actividad, el esfuerzo adaptativo de los estudiantes al nuevo nivel, y el énfasis en la evaluación formal, sin embargo Talanquer (1990), dice que el punto axial de esta problemática se centra en la formación deficiente del profesorado, ya que en este nivel, a diferencia de la primaria, no se exige formación normalista y de hecho, el maestro puede presentarse frente a grupo cumpliendo con el requisito de ser pasante de una carrera universitaria compatible con la que impartirá, luego nosotros proponemos que la formación es una cuestión crítica en la enseñanza y que el nivel pedagógico es más importante que el científico en los docentes de secundaria.

Para ello proponemos que la evaluación del tema "Evolución", nos será útil en la evaluación del trabajo docente, usando como criterio el porcentaje de fijación del conocimiento en el alumno, ello se podrá valorar a partir de los promedios propuestos por Campos en 1995 para su modelo, estos son:

Hipótesis para el valor de densidad; un rango entre 1 y 2 siendo el valor esperado 1.40 aproximadamente, se puede producir texto claro y coherente con conceptos y relaciones lógicas precisas, además de componentes complementarios necesarios para comunicar cierto significado. Esto se da en una estructura sintáctica con un equilibrio adecuado entre conceptos y relaciones lógicas. Pero tal discurso probablemente sólo existe en casos altamente formalizados o codificados con un fuerte manejo lógico-conceptual y sintáctico.

Hipótesis de precisión en asimilación de conceptos en los estudiantes 0.5 (50%), esto es que el alumno deberá de asimilar al menos la mitad de los conceptos vertidos por el maestro.

Hipótesis de precisión en la asimilación de relaciones lógicas del estudiante 0.5 (50%), esto implica que el alumno podrá establecer la mitad de las relaciones que desarrolle el maestro en su clase, con respecto a los conceptos utilizados.

Hipótesis de precisión en asimilación de los núcleos conceptuales 0.5 (50%), aquí se espera que el alumno no divague en los conceptos adquiridos y adquiera al menos la mitad de la información "esencial" del tema.

Metodología

Zona de trabajo

La escuela, sitio de este trabajo fue la N^o 3 "Héroes de Chapultepec", se encuentra ubicada en Avenida Chapultepec n^o 183, Colonia Juárez en la Delegación Cuauhtemoc de esta ciudad capital, cuenta con más de medio siglo de existencia. El plantel da servicio a dos turnos matutino (diurna) y nocturno (para trabajadores). Para la finalidad de este trabajo se llevo a cabo en el turno matutino en cual yo laboro, su planta docente está formada por el director, subdirectora y 24 maestros, que imparten las diferentes asignaturas conforme al actual plan de estudios, además se cuenta con el apoyo de siete ayudantes de laboratorio para las llamadas materias experimentales, Biología, Física y Química, también laboran aquí doce maestros que imparten educación tecnológica, tres orientadores vocacionales, una trabajadora social, un médico escolar y como personal administrativo, tres prefectas, siete secretarias y 7 auxiliares de intendencia.

La Planta física de la escuela se describe como un edificio principal, donde se encuentran las oficinas, cinco grupos de tercer grado y cinco de segundo, talleres de actividades tecnológicas, trabajo social, orientación vocacional, enfermería, sanitarios y dos grupos de primer grado en la plata baja. A la izquierda se encuentra un edificio que alberga las instalaciones de los laboratorios, en tanto que atrás de el edificio principal se localiza una pequeña ala donde se encuentran tres grupos de primero, talleres de actividades tecnológicas y sanitarios, a la derecha de el edificio de referencia, encontramos la sala de maestros, el salón de música, en otro edificio específico para ello se localiza la biblioteca, y hacia atrás el gimnasio cubierto.

Por lo que respecta a la materia de Biología, se cuenta con cinco docentes, tres de apoyo en laboratorio y dos titulares de grupo. La distribución de los maestros, por lo que respecta a su formación, es de dos normalistas (las titulares), por tres universitarios (el personal de laboratorio), dos biólogos y un pasante de medicina.

Forma de trabajo

La estrategia de trabajo busca apegarse a la realidad del maestro para poder realizar un tipo de investigación evaluativa, sin que interfiera en la práctica docente, es por ello que opté por utilizar a mis compañeros de trabajo y a los grupos que yo atiendo, en primer grado de secundaria, para evaluar de manera formal y conceptual su aprendizaje en la temática de evolución, considerando que la base de la enseñanza de la Biología, a todos los niveles, aunque mi nivel de ingerencia es la secundaria, es la conceptualización de la Evolución como paradigma unificador, me avoqué a evaluar el contenido de este tema en primer grado con sólo el manejo conceptual, la rutina seguida para desarrollar esta investigación fue la siguiente:

Es necesario aclarar que yo atiendo en su totalidad a los grupos de primero en la secundaria donde trabajo, sin embargo, invite a tres maestros más para impartir la misma temática, Evolución, en diferentes grupos de este grado, lo que conlleva a que sólo en la temática que nos interesa será censado el trabajo grupal, cabe subrayar

que los maestros universitarios (dos), por distintas razones han trabajado con los cinco grupos de primero, ya que una de ellas es jefa de laboratorios y el otro cubrió mi ausencia temporal (tres meses) al frente de los grupos; sólo la maestra normalista, que llamaremos dos, no conocía al grupo al momento de hacer este trabajo. La temática a impartir se vio que era compleja en su totalidad, por lo que se optó por preguntar el concepto de Evolución una vez que se ubiese impartido el tema. Para evitar diferencias en el criterio o la temática a impartir se acordó que si bien, cada maestro tenía la libertad de exponer su tema de acuerdo a su idea de enseñanza, también era necesario unificar el criterio de la definición de Evolución, ya que este era el que se pensaba evaluar, así, cada maestro escribió su definición de evolución, (ver abajo), y de las cuatro, se acordó que la desarrollada por la maestra normalista que llamaremos N1, fue la aceptada.

Concepto a definir , **Evolución**.

U1 = [La Evolución] Es el cambio en el tiempo de las especies

U2 = [La Evolución] Es el cambio que sufren los organismos a través del tiempo; debido a las condiciones ambientales y a las mutaciones sufridas por la selección natural de los individuos más aptos.

N1 = La evolución es el proceso de cambio y transformación por el cual pasan todos los seres vivos.

N2 = [La Evolución]es el proceso por medio del cual se originan las distintas especies como un mecanismo de adaptación a través de la filogenia y ontogenia.

Criterio unificado: La evolución es el proceso de cambio y transformación por el cual pasan los seres vivos.

La definición del libro de texto tomado como base para este estudio (Texto a nivel secundaria) sobre evolución no existe, ya que desarrolla la temática, da puntos de congruencia entre los diferentes pensadores e investigadores, pero no define, no adopta una posición, en ese orden de ideas, para tener un referente contra que comparar las definiciones de los maestros daremos la expresada por E. Mayr (1976), "*La evolución biológica se define como cambio en la diversidad y adaptación de las poblaciones de organismos*".

Una vez unificado el criterio de lo que se pensaba exponer, se acordó que se hiciese en la misma fecha, dejando al menos dos semanas para evaluar. Este punto de la evaluación es necesario recalcarlo, ya que la forma en que requeríamos adquirir la información era por medio de una respuesta reflexiva a una pregunta abierta, que involucrara el concepto de evolución, así, si acordamos unificar conceptualmente lo que se impartiría, y los tiempos en que se haría, era también necesario unificar lo que se iba a preguntar a los alumnos. La pregunta acordada fue **¿Qué es la evolución ?**. Todo esto se realizó de común acuerdo, respetando las fechas y los momentos indicados para realizar el trabajo.

Cabe resaltar que no se realizó ninguna modificación a la forma de trabajo habitual de los maestros (Universitarios) U1 y U2, ni de los maestros normalistas N1 ni N2. Dos semanas después se evaluó el conocimiento fijado en el alumno por medio de la aplicación de un cuestionario que buscó hacer razonar al niño sobre la temática vista.

La selección de esta pregunta estuvo en coincidencia con lo que se vio en clase y sobre todo con la definición de Evolución, previamente acordada por los maestros.

Una vez aplicado el examen a los alumnos, se seleccionó una muestra del mismo para analizar sus respuestas, utilizando el Modelo de Análisis Proposicional, en este sentido se utilizó un muestreo aleatorio sin repetición de muestra, para una población finita (144 alumnos). En este caso se optó por 9 alumnos elegidos al azar (36 en total por los cuatro grupos), una muestra representativa de nuestro universo (25%), de cada grupo.

Una vez con los exámenes seleccionados, se procedió a elaborar el análisis de la definición de Evolución a la que se llegó por acuerdo (maestra N1) y la elaboración de un mapa conceptual de lo definido así, de este mapa y análisis del escrito obtuve los valores de número de conceptos, número de relaciones, densidad y localización de los núcleos conceptuales. Lo así obtenido se llamó mapa criterio y fue el usado como tal para evaluar el trabajo de los alumnos.

Por lo que respecta a los alumnos, se elaboró para cada caso un análisis de su discurso, esto es de la respuesta que dieron a la pregunta unificada de los cuatro maestros respecto a evolución, con este análisis, se elaboró un mapa conceptual, donde se obtenía también los conceptos, relaciones, núcleos conceptuales y la densidad.

Después de esto, se procedió a comparar el saber del maestro con lo fijado por el alumno en su exámenes, para ello se compararon los conceptos que coincidían a tres niveles, idéntico, equivalente y alusivo, llamando a este valor correspondencia conceptual (cc), asimismo se hizo para las relaciones obteniéndose el valor de correspondencia relacional (cr) y nuclear (c). Después se procedió a construir el llamado mapa de correspondencia, donde el alumno intersectaba con el maestro en su aprendizaje, este punto es medular, ya que no se evalúa lo que sabe el alumno, sino lo que sabe de lo que se le enseñó, es por eso que se requiere conocer la precisión de la fijación de lo importante de la temática, ello se reflejó en la correspondencia de los núcleos conceptuales (c), con estos tres valores se procedió a calcular el valor del discurso en su calidad (q) y el valor total del discurso Q, el cual involucra la densidad de cada alumno, los núcleos conceptuales y q misma. Con estos valores rescatados de la construcción de los mapas de los alumnos contrastados contra el del maestro, se llegó a obtener una tabla de datos (ver cuadros, 1 a 6) donde se pueden observar estos resultados de manera condensada. Con estos datos, se comparó con los valores hipotetizado por Campos según este modelo, punto final de la obtención de datos.

Resultados

Después de impartir los contenidos en los grupos problema se obtuvieron los siguientes resultados al aplicar los instrumentos de evaluación y su posterior análisis. Los exámenes aplicados así como un ejemplo de como se comparó el mapa criterio del maestro y el del alumno para construir el mapa de correspondencia se encuentra enseguida.

Definición del maestro N1, normalista 1, grupo "D", tomada como criterio.

La **evolución** es el proceso de cambio y transformación por el cual pasan todos los **seres vivos**.

Conceptos C ,

Relaciones R

C1 - evolución,

R1 - es

C2 - proceso,

R2 - cambio

C3 - seres vivos,

R3 - y

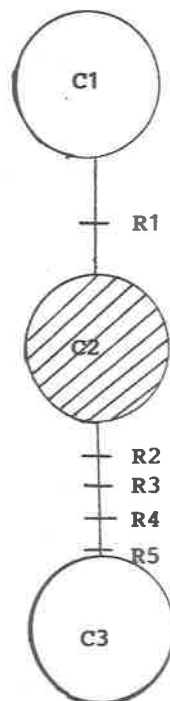
R4 - transformación

R5 - pasan

C = 3,

R = 5

Núcleos conceptuales 1 (C2 = proceso)



Mapa muestra de alumno

Nava Tepechín David 1º "A"

¿Qué es la evolución ?

[La **Evolución**] Es una serie de cambios que efectúan a través de mucho tiempo.
 Por ejemplo la **evolución** del **hombre** este durante **millones de años** fue evolucionando tanto **mental** como **físicamente**.

Conceptos,

C1 - evolución,

C2 - serie,

C3 - tiempo,

C4 - evolución,

C5 - hombre,

C6 - millones de años,

C7 - mental,

C8 - físicamente,

C = 8

Relaciones

R1 - es

R2 - cambio

R3 - efectúan

R4 - a través

R5 - evolucionado

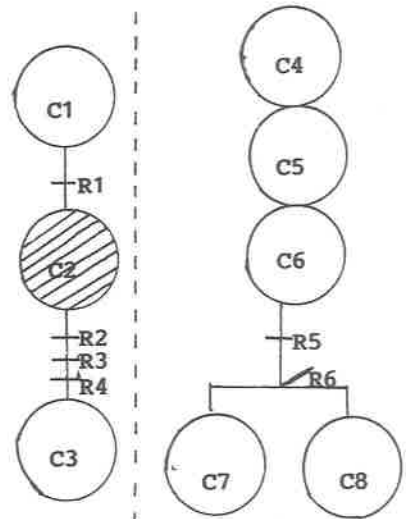
R6 - como

R = 6

Densidad = Conceptos/Relaciones D = 8/6

D = 1.33

Núcleos conceptuales 1 (C2 = serie)



Mapa muestra de correspondencia

Correspondencia de **conceptos y relaciones**

Conceptos Criterio,	Conceptos Alumno,
C1 - evolución,	C1 - evolución,
C2 - proceso,	C2 - serie,
C3 - seres vivos,	
<u>Relaciones Alumno,</u>	<u>Relaciones criterio</u>
R1 - es,	R1- es
R2 - cambio,	R2 - cambio
R3 - efectúan,	R3 - transformación
R4 - a través,	R4 - y
R5 - evolucionando,	R5 - pasan
R6 - como	

Conceptos que coinciden $CC = 2/3 = 0.6$

Relaciones que coinciden, $CR = 4/5$ $CR = 0.8$

Núcleos conceptuales que coinciden, $C = 0$

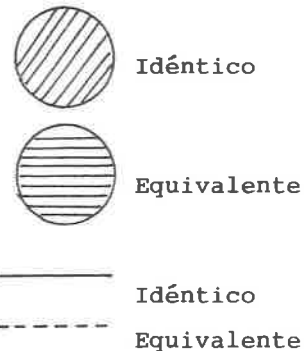
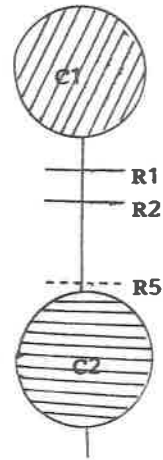
Criterio	Alumno
C2 = proceso	C2 = serie

Núcleos que coinciden, $C = 1/0$ $C = 0$

Discurso del alumno

$q = CC * CR = 0.66 * 0.8 = .528$

Discurso total, $Q = (q + C) / D = (0.528 + 0) / 1,3 = 0.39$



Resultados por grupo1º "A" (maestro 1, Universitario), *cuadro 1*

Alumno	D	CC	CR	C	q	Q
1	1.4	0.66	1.0	1.0	0.66	1.18
2	1.2	1.0	0.8	0.5	1.8	1.9
3	1.0	0.66	0.4	0	0.26	0.26
4	1.0	0.66	0.4	1	0.26	1.26
5	1.0	0.66	0.4	0	0.26	0.26
6	1.0	0.66	0.4	1	0.26	1.26
7	0.57	0.66	0.8	0	0.52	0.92
8	1.33	1.0	0.8	1	0.8	1.35
9	1.33	0.66	0.8	0	0.52	0.39
Suma	9.83	6.62	5.8	4.5	5.34	8.78
Media	1.09	0.73	0.64	0.5	0.59	0.97

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad, D, Observada = 1.09 esperada 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.73, Observada 0.5, esperada

Correspondencia relacional CR = 0.6, Observada 0.5, esperada

Correspondencia de núcleos C = 0.5, Observada 0.5, esperada

Calidad total del discurso Q = 0.5 < **0.97** < 2, cae en el rango conceptual

1º "E" (maestro 2, universitario), *Cuadro 2*

Alumno	D	CC	CR	C	q	Q
1	1.28	1	0.8	1	1.8	1.4
2	0.75	0.66	0.4	1	0.26	1.68
3	0.75	1	0.6	1	0.6	2.13
4	0.6	0.66	0.6	0	0.39	0.66
5	1.25	0.66	0.6	0	0.39	0.31
6	1	.1	0.4	1	0.4	1.4
7	1	1	0.6	1	0.6	1.6
8	1	0.6	0.6	0	0.39	0.39
9	0.57	0.66	1	0	0.66	1.15
Suma	8.2	7.24	5.6	5	5.49	10.72
Media	0.91	0.80	0.62	0.55	0.61	1.19

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad D = 0.91 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.80 0.5

Correspondencia relacional CR = 0.62 0.5

Correspondencia de núcleos C = 0.55 0.5

Calidad total del discurso dentro del Marco Conceptual Q = 0.5 < **1.19** < 2, Cae

1º "D" (Maestro, normalista 1), *cuadro 3*

Alumno	D	CC	CR	C	q	Q
1	1.16	0.66	0.6	0	0.39	0.34
2	1.5	1	0.4	1	0.4	0.93
3	1.25	0.66	0.6	0	0.39	0.31
4	1.14	1	0.2	1	0.2	1.05
5	1.33	0.66	0.6	1	0.26	0.95
6	1.45	1	0.6	1	0.6	1.10
7	1.66	1	0.4	1	0.4	0.84
8	1.6	1	0.4	1	0.4	0.87
9	1.25	0.66	0.4	0	0.26	0.21
Suma	12.34	7.64	4.2	6	3.3	6.6
Media	1.37	0.84	0.46	0.66	0.36	0.73

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad D = 1.37 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.84 0.5

Correspondencia relacional CR = 0.46 0.5

Correspondencia de núcleos C = 0.66 0.5

Calidad total del discurso Q = 0.55 < **0.73** < 2,
Cae en el Rango Conceptual

1º "B" (Maestro, normalista 2), *cuadro 4*

Alumno	D	CC	CR	C	q	Q
1	1.5	0.33	0.4	0	0.13	0.08
2	1	0.66	0.2	1	1.13	1.13
3	1	0.66	0.4	0	0.26	0.26
4	0.6	0.66	0.4	0	0.26	0.44
5	0.75	0.66	0.4	0	0.26	0.35
6	1	0.33	0.2	0	0.6	0.6
7	1.25	1	0.4	1	0.4	0.32
8	1	0.66	0.8	0	0.52	0.52
9	0.87	0.66	0.6	0	0.39	0.45
Suma	8.97	5.62	3.8	2	3.95	4.15
Media	0.99	0.62	0.42	0.22	0.43	0.46

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad D = 0.99 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.62 0.5

Correspondencia relacional CR = 0.42 0.5

Correspondencia de núcleos C = 0.22 0.5

Calidad total del discurso Q = 0.55 > 0.46 < 2,
Cae dentro del Marco Referencial

Valores por maestro-formación**Maestros universitarios, cuadro 5**

Grupo y maestro	D	CC	CR	C	q	Q
1º "A" Univer.	1.09	0.73	0.64	0.5	0.59	0.97
1º "E" Univer.	0.91	0.80	0.62	0.55	0.61	1.19
Media	1.00	0.76	0.63	0.52	0.60	1.08

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad D = 1.00 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.76 0.5

Correspondencia relacional CR = 0.63 0.5

Correspondencia de núcleos C = 0.52 0.5

Calidad total del discurso del Marco Conceptual. Q = 0.55 < **1.08** < 2, Cae dentro

Maestros Normalistas, cuadro 6

Grupo y maestro	D	CC	CR	C	q	Q
1º "D" Media	1.37	0.84	0.46	0.66	0.36	0.73
1º "B" Media	0.99	0.62	0.42	0.22	0.43	0.46
Media 1.18	0.73	0.44	0.44	0.39	0.59	

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad D = 1.18 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.73 0.5

Correspondencia relacional CR = 0.44 0.5

Correspondencia de núcleos C = 0.39 0.5

Calidad total del discurso Q = 0.55 < **0.59** < 2, Cae dentro del Marco Conceptual.

Calidad total del discurso de los maestros universitarios, Q = **1,08**, es mayor que el valor de Q de los normalistas, **0,59**, aunque ambos caen dentro del rango conceptual, el valor ideal de Q, es **1,44**.

Valores globales, cuadro 7

Grupo y maestro	D	CC	CR	C	q	Q
1º"B" Normal	0.99	0.62	0.42	0.22	0.43	0.46
1º"A" Univer.	1.09	0.73	0.64	0.5	0.59	0.97
1º"E" Univer.	0.91	0.80	0.62	0.55	0.61	1.19
1º"D" Normal	1.37	0.84	0.46	0.66	0.36	0.73
Suma	4.36	2.99	2.14	1.93	1.99	3.35
Media	1.09	0.74	0.535	0.48	0.49	0.83

Comparación de los valores obtenidos con los valores esperados por el modelo.

Densidad D = 1.09 1.38

Correspondencia conceptual CC = 0.74 0.5

Correspondencia relacional CR = 0.53 0.5

Correspondencia de núcleos C = 0.48 0.5

Calidad total del discurso Q = 0.55 < **0.83** < 2,
Cae dentro del Marco Conceptual.

Discusión

Los resultados obtenidos en este trabajo los podemos dividir para su análisis en dos vertientes, la primera referida a la formación y saber del maestro y la segunda que corresponde a la evaluación de su trabajo frente a grupo, al primer aspecto le llamaremos saber del docente, en tanto que al segundo se le llamará trabajo pedagógico.

Saber docente

En el punto uno las definiciones de evolución que se dieron previo al trabajo de exposición fueron:

U1 = [La Evolución] Es el cambio en el tiempo de las especies

U2 = [La Evolución] Es el cambio que sufren los organismos a través del tiempo; debido a las condiciones ambientales y a las mutaciones sufridas por la selección natural de los individuos más aptos.

N1 = La evolución es el proceso de cambio y transformación por el cual pasan todos los seres vivos.

N2 = [La Evolución]es el proceso por medio del cual se originan las distintas especies como un mecanismo de adaptación a través de la filogenia y ontogenia.

En todas las definiciones se encuentran fallas muy elementales en el manejo de la temática de evolución desde un punto de vista biológico.

En el primer caso, (ver arriba U1) se puede notar que según al criterio de Mayr, (1976), "*La evolución biológica se define como cambio en la diversidad y adaptación de las poblaciones de organismos*", (que usaremos como el criterio del experto) la respuesta dada por el maestro es incompleta, ya que no habla en ningún sentido de cambio en diversidad, ni de adaptación, esta definición tiende a ver el proceso desde el punto de vista anagenésico del cambio lineal de las especies en el tiempo, pero no a su diversificación, esto es al origen de las especies.

En el segundo caso (U2), se nota una indefinición de la temática, ya que se mezclan de manera caótica elementos del proceso evolutivo, como serían, mutaciones, cambio, tiempo, selección natural, esto nos da una idea de lo endeble que está el concepto en el maestro, ya que revuelve sus conceptos sin aclarar, más bien confundiendo. Así mismo es claro que el aspecto de tiempo geológico, que involucra el cambio y transformación de las especies no es tomado en consideración, ya que habla de cambios en los organismos, sin arribar a cambios en las poblaciones, lo que implica un concepto cerrado en tiempo, de una sola generación; por último, el aspecto más relevante de esta definición es su tendencia lamarkista, ya que invoca cambios en los organismos como una respuesta al medio, esto es una evolución por necesidad, aspecto fundamental en la teoría lamarkista.

El tercer caso (N1), es notorio el aislamiento del proceso en un entorno temporal, ya que nos dice que es el proceso de cambio por el cual pasan todos los seres vivos, pero este es un recorte ontogenético, es decir que se centra en una generación, pues no especifica el cambio a población ni mucho menos a especies en el tiempo, es claro que por ello no entran en su definición conceptos como diversidad y adaptación, ya que estas son características poblacionales.

El último caso, N2, nos menciona que la evolución es un mecanismo de adaptación, esto nos dice que no es claro que la evolución como proceso involucra dos aspectos básicos, la mutación, el cambio y su posterior fijación o no por medio de la selección, el resultado de estos procesos es la adaptación, no a la inversa, el pensar a la inversa es lo que se denomina programa adaptacionista o neolamarquista, ya que es la adaptación el proceso principal y la evolución una resultante de ella. Esta definición es por lo tanto la menos acertada con respecto al neodarwinismo de los libros de texto de este nivel, los remates restantes a su definición ontogenia y filogenia, usados así sólo son arabescos verbales que propician un obscurecimiento del concepto y no una aclaración.

Resumiendo un poco las coincidencias de las definiciones dadas, todas ellas son incorrectas, en todas se ve un deslinde del tiempo geológico como escala para entender la evolución. En las definiciones U2 y N2, podemos apreciar un marcado sabor lamarkista y un apego al programa adaptacionista, estas mismas definiciones nos dan una idea de necesidad a la perfección, de responder a los requerimientos del medio y de invocar a la adaptación como el eje y principio de la evolución.

En las definiciones U2 y N1 se ve que la unidad evolutiva es el organismo, lo que niega la concepción Darwinista de unidad evolutiva de población, es sobre la población sobre la que se fijan los cambios en tiempo ecológico y posteriormente en las especies en tiempo geológico.

Por último en todas las definiciones se carece de una visión clara del proceso evolutivo como formado por dos aspectos, la formación de variabilidad (la mutación) y la fijación de esta en las poblaciones por medio de la selección natural lo que acarrea una adecuación (una sobrevivencia y reproducción selectiva) y la posterior adaptación, como una respuesta contingente, no dirigida.

Es claro entonces que el docente de secundaria no tiene claro que es la evolución, que mecanismos involucra y el nivel, temporalidad y sobre todo contingencia del proceso. Esto se debe de entender como una falla grave, ya que desliga al proceso evolutivo de su real significado biológico y lo iguala, en el mejor de los casos a procesos ontogenéticos de desarrollo y ciclos de vida. Las causas de ello no se encuentran en la formación del docente, ya que de dos Biólogos de la UNAM y dos especialistas de la Normal, no se localizó respuesta acertada alguna. Esto nos dice que la problemática de la comprensión del proceso evolutivo no es privativo de los docentes normalistas, de su formación, sino de la falta de elementos para comprender un problema tan específico y sobre todo tan integrador de una ciencia como la Biología, la cual, como hemos dicho toma a esta como su paradigma unificador. Es claro que se requiere de una actualización real del docente de secundaria en esta temática, ya que hay que aclarar que las dos respuestas con tendencia lamarkista y adaptacionista son de maestras con más de 15 años de servicio, lo que involucra que estos aspectos no han sido superados, no por falta de preparación o actualización magisterial, sino por la curricula que estudiaron.

Trabajo pedagógico

En el segundo aspecto, el de trabajo pedagógico se tomo como herramienta de evaluación la calidad de este, el uso del Modelo de Análisis Proposicional propuesto por Campos, en este modelo se nos dice que a partir de las hipótesis de fijación de conceptos, relaciones, núcleos conceptuales y calidad total del discurso se puede conocer de manera confiable que tanto fija el alumno de lo que se le enseña, más no de lo que sabe sobre un tema, punto clave en la evaluación del trabajo del docente frente a grupo.

El punto uno, correspondencia de conceptos CC, los valores de los maestros universitarios fueron de 0,62 y 0,73, valores que rebasan el valor previsto por Campos, del 50%, por lo que podemos decir que su labor frente a grupo en fijación de conceptos en buena, 62% y 73%. Por lo que respecta a los valores de los normalistas estos fueron de 0,80 y 0,84, sensiblemente más altos, lo que involucra una mayor calidad en la estrategia de trabajo de estos, pues involucra una fijación mayor.

En cuanto a correspondencia de relaciones, esto nos indica que tanto el alumno logra armar sus ideas según las ideas expresadas por el maestro en un tema en particular, en este caso la fijación de los universitarios fue de 0,42 y 0,64, un valor abajo de lo previsto (50%) y un valor arriba de esto. Los normalistas obtuvieron casi los mismos resultados, 0,62 y 0,46 lo que implica que fueron igualmente de efectivos en este aspecto.

El tercer rubro, correspondencia de núcleos conceptuales C, nos arrojó valores muy bajos para U1, 0,22, un valor idéntico al esperado (50%) de U2 en tanto que las dos normalistas obtuvieron valores superiores al esperado, 0,55 y 0,66, esto nos diría que la fijación de los conceptos medulares sobre el tema, las ideas eje, fueron mejor trabajadas por estas maestras que por los universitarios.

El último valor, calidad total del discurso, Q, es considerado el valor más significativo de todo este proceso de evaluación, ya que involucra la totalidad de los parámetros usados, en ese sentido, este valor refleja que tanto el alumno logró construir un discurso claro y acorde a lo impartido por el maestro, objetivo final de todo proceso de enseñanza de conceptos. En este sentido, Campos predice niveles en los cuales caen los valores posibles, el nivel más alto corresponde al Marco conceptual, el intermedio al Marco referencial y el último a Marco nocional. Lo obtenido por este estudio ubicó a todos los grupos de trabajo en el Marco conceptual (ver cuadro 7), es decir que los cuatro maestros, sin importar su formación lograron que el grupo arribara a fijar conceptos claros sobre la temática expuesta, es entonces posible indicar que sin importar el perfil del docente, su trabajo pedagógico fue aceptable.

Cabe aclarar que el aspecto de densidad D, si bien fue calculado, no fue tomado en cuenta como elemento discriminador del trabajo docente, ya que este elemento se construye como una resultante del trabajo previo del alumno con maestros anteriores que promueven su razonamiento y entrenamiento en la redacción de sus ideas, pero no como una resultante directa del trabajo actual del maestro sobre el alumno.

Después de analizar los dos aspectos claves del trabajo, el del saber del maestro y el de su trabajo pedagógico podemos decir que:

El maestro sin importar su formación carece de los elementos necesarios para comprender la temática de evolución en toda su perspectiva biológica, siendo posible encontrar desde visiones lamarkistas, hasta ontogenéticas.

El maestro, por lo tanto tiene una visión errónea del aspecto fundamental de la Biología como ciencia independiente, su paradigma unificador no es comprendido y por ende la Biología no es entendida como ciencia con método propio, ya que este surge precisamente de entender el método historicista de los evolucionistas, desarrolladores de la Biología comparada.

Es consecuencia de ello que el docente dé conceptos erróneos sobre evolución en el nivel secundaria, al menos en la muestra trabajada.

Asimismo, se puede ver que en el aspecto pedagógico, si bien existen diferencias dentro de los valores de los parámetros usados para medir la fijación conceptual, esto es la calidad del trabajo pedagógico del maestro, es constante, esto es que el perfil no influye de manera significativa en la fijación conceptual del alumno, el alumno de secundaria al parecer es lo bastante maduro o tiene los suficientes antecedentes de trabajo grupal, que puede asimilar una diversidad de formas de trabajo, sin que esto merme su capacidad de fijación conceptual.

El modelo de Campos, es entonces útil para medir la calidad del trabajo docente, pero no lo es para medir el saber de los mismos, este espectro tendría que ser evaluado previamente, esto implica que el modelo funciona con base en el supuesto de que, lo que enseña el maestro es cierto o al menos coincidente con lo aceptado por la comunidad científica de esta especialidad, pero como vemos esto en la muestra a nivel secundaria que trabajé, no es necesariamente cierto, e involucra una falla de este modelo al no prever un mecanismo para medir la calidad del discurso del mentor.

Esto nos orilla a pensar que este modelo confía en la calidad del maestro, ya que da por hecho que el docente es capaz de estar actualizado y preparado para su práctica, situación que sale de los límites de esta herramienta, pues esto cae en otra área, la de formación y actualización de los profesionales de la educación.

Conclusiones

Según mis hipótesis, Talanquer (1990), dice que el punto axial de la problemática de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria se centra en la formación deficiente del profesorado, ya que en este nivel, a diferencia de la primaria, no se exige formación normalista y de hecho, el maestro puede presentarse frente a grupo cumpliendo con el requisito de ser pasante de una carrera universitaria compatible con la que impartirá, luego yo propuse que la formación es una cuestión crítica en la enseñanza y que el nivel pedagógico es más importante que el científico en los docentes de secundaria.

Sin embargo los resultados desdichan esto, ya se obtuvo que la calidad en la enseñanza impartida por maestros con formación diferente es igualmente aceptable en su nivel de trabajo pedagógico y en contraste es igualmente de mala en la calidad de lo que se enseña. Con ello podemos decir que el perfil no es lo importante, sino el compromiso como docente, situación que el modelo de Campos confía al maestro.

Por lo que respecta a los valores del modelo de Campos, todos fueron superiores a lo esperado lo que involucra que la calidad del trabajo pedagógico del maestro de secundaria es aceptable y no depende de su formación previa.

Como colofón a lo anterior podemos ver que la enseñanza tradicional del maestro de secundaria se ve favorecida por las condiciones en las que se lleva su trabajo, el alto número de grupos no permite al maestro preparar una clase "personalizada" al menos por grupo y su consecuente apego a la lectura y apoyo de los libros de texto de este nivel, los cuales se rigen por un currículum tradicional basado en objetivos, con la consiguiente dificultad para enseñar temas fundamentales con la soltura que se requeriría en las materias "experimentales" intentando dejar de lado la clase verbalista dirigida.

Es por ello que la enseñanza tradicional, como bien sabemos, se ha caracterizado por su acentuado enciclopedismo pero no por el uso de el análisis crítico o racional de lo desarrollado en clase, esta concepción enciclopédica propicia que la evaluación del trabajo del alumno se busque de igual forma, por exámenes que carecen de un tipo de trabajo analítico.

De lo anterior se desprende que no es posible pedir a los docentes de secundaria, en este caso con antigüedad de 8 a 20 años de servicio que dejen su forma tradicional de trabajo y que impartan excelentes clases de Biología razonada y no memorística, a pesar de ello se pudo constatar en la maestra con menos antigüedad una tendencia a esa lógica de trabajo, aunque su rutina y excesivo número de grupos ahoguen sus esfuerzos.

La problemática es claro que no se resolvería sólo dando más información al maestro en servicio y actualizada, sino dando un proceso de formación continua en su centro de trabajo, para poder detectar fallas reales como éstas y buscar ser preciso en la diagnóstico y alternativa a proponer.

Es necesario hacer una profunda revisión de la filosofía de la enseñanza de las secundaria y de su coherencia con la practica real, ya que sólo de esa manera se puede lograr que el docente de Biología sea cual sea su nivel logre realizar un trabajo de calidad en ambos aspectos, saber y pedagógico, esto no significa minimizar los contenidos, por el contrario, verlos sería fundamental, pero bajo un nuevo enfoque de la Biología racional, historicista y formal más no como una área enciclopédica y memoricista.

Bibliografía

- Archer, M.S. 1990. Resisting the revival or relativism, en M. Albrow y E. King eds., **Globalization, knowledge and society**, London, SAGE-ISA, 19:33.
- Ausubel, P. D. 1976. **Psicología Educativa**, Trillas, México.
- Avendaño, Z. y Castell 1991. "En un aula de química", en **Memoria del VI Foro Nacional de Investigación en el Proceso de Enseñanza Aprendizaje**, CCH, UNAM, México.
- Avilés, V., C. Blanco, Ma. L. Cardoso, Ma. A Chávez, J. Espinosa, C.M. García, e. García, J. M. Gutiérrez, M. Márquez, E. Mayo, J. R. Montañez, Ma. R. Talavera y R. Watson 1987. Diagnóstico de la enseñanza de las ciencias y la educación tecnológica en la escuela primaria **Cuadernos del CIDEM**, año 1, núm. 2, CIDEM, Morelia.
- Ayala, F.J. 1997. "Nothing biology makes sense except in the light of evolution". The **Journal of Heredity** 68, 3:10, USA.
- Calvo, B. J. A. Romero y D. Sandoval 1993. Docentes de los niveles básico y normal, Estados de Conocimiento, Cuaderno 2, **Segundo Congreso de Investigación Educativa**, México.
- Candela, M. A. 1989. "Los libros de texto gratuitos de ciencias naturales y la investigación en la enseñanza de las ciencias", en **Avance y Perspectiva**, núm. 37, Organó de Difusión del CINVESTAV-IPN, México, pp. 5:13.
- 1990. "Investigación etnográfica en el aula: el razonamiento de los alumnos en una clase de ciencias naturales en la escuela primaria", en **Investigación en la escuela**, 11, Universidad de Sevilla, Sevilla, pp. 11:23.
- 1991a. "La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental", **tesis de maestría**, DIE-CINVESTAV-IPN, México.
- 1991b. "La argumentación en la construcción social del conocimiento escolar", en **Infancia y Aprendizaje**, 55, Madrid.
- 1991c. "Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales", en **Revista Mexicana de Física**, vol. 27, núm. 3. Sociedad Mexicana de Física, México, pp. 512:530.
- 1993. **Demostraciones y problemas en la enseñanza de las ciencias naturales. Su transformación en el aula**, DIE-CINVESTAV-IPN, México.
- Campos, M.A. y Ruiz, G.R., 1995. **Problemas de acceso al conocimiento**. IMAS, UNAM, México.
- Campos H.M.A., S. Gaspar, 1995. **El modelo de análisis proposicional, en Problemas de acceso al conocimiento**, IIMAS, UNAM, México.
- Castellanos, J.C. 1988. **Ciencias naturales I**, México, Esfinge.
- Driver, Rosalind et al. 1989. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia, Editorial Morata, España. Druva, C. A. y R.D. Anderson 1983. "Science Teacher Characteristics by Teacher Behavioral and by Student Aoutcome: A Meta-Analysis", en **Journal of Research in Science Teaching**, 20, pp. 467:479.
- Ducoing, P., M.A. Pasillas, J.A. Serrano, F.J. Torres y L. Ribeiro 1993. Formación de docentes y profesionales de la educación, Estados del Conocimiento, Cuaderno 4, **Segundo Congreso de Investigación Educativa**, México.
- García, S. y M. Landermann 1993. Académicos. Estados de conocimiento, Cuaderno 2, **Segundo Congreso de Investigación Educativa**, México.
- Guillén, F. 1994. Algunos apuntes sobre la enseñanza de la ciencia en secundaria, **Revista Huazýacac**, 4, 6:12.

- Hernández, M. 1994. El papel del conocimiento previo y la legibilidad del libro de texto en el aprendizaje de la teoría sintética de la evolución en la escuela secundaria, **Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias**, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Hernández, G., S. Castillo, N. E. Colsa y P. Montagut 1990. "Recurso didáctico que promueve la actualización de profesores e incrementa el nivel académico del estudiante", en **Anuario Latinoamericano de Educación Química**, núm. 3, año III.
- Izquierdo, A. 1993. **Biología I. Primer Curso**, Ed. Publicaciones, México. Culturales, México. León, A. I. y N. Venegas 1986. "Alternativas didácticas de las ciencias naturales en la educación primaria, desde una perspectiva constructivista", tesis, Facultad de Química, UNAM, México.
- León, A. I., H. Goñi et al. 1993. Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales y la tecnología, Estados del conocimiento, Cuaderno Fascículo 2, **Segundo Congreso Nacional de Investigación Educativa**, México.
- Mayr, E. 1976. "La evolución", **Investigación y Ciencia**, 26, 6:17, España.
- Montañez, J. R. 1989. Los experimentos en la escuela primaria: Un inventario inicial, **Cuadernos del CIDEM 4**, CIDEM, Morelia.
- 1993. "Formación docente en la enseñanza de las Ciencias Naturales", en **Investigación y Desarrollo de la Práctica Docente; Reflexiones y Experiencias**, CIDEM, Morelia.
- Novak, J. 1976. Understanding the learning process and effectiveness of teaching methods in the classroom, laboratory and field, **Science Education**, 60, 4, 493:512.
- Novak, J. 1978. El proceso de aprendizaje y la efectividad de los métodos de enseñanza. **Perfiles educativos**, 1, 10:31. CISE, UNAM, México.
- Piaget, J. 1970. **Psicología y epistemología**, Barcelona, Ariel.
- Piñero, D. 1996. La teoría de la evolución en México: una hipótesis nula. **Ciencias**, 42, 4:8 UNAM, México.
- Popper, K.R., 1970 **La lógica de descubrimiento científico**, Basic Books, Inc., Nueva York.
- PRONAP, 1995. **La enseñanza de la Biología en la Escuela secundaria**. SEP, México.
- Quiroz, R. 1991. Obstáculos para la apropiación del contenido académico en la escuela secundaria, **Infancia y Aprendizaje**, 55, 45:48.
- Secretaría de Educación Pública, 1993, **Planes y programas de educación secundaria**, CONALTE, México.
- Talanquer, V. 1990. ¿Qué pasa en nuestra secundaria?, **Revista de Educación Química**, 2, 92:95.
- Tirado, F. 1990. La calidad de la educación básica en México, **Ciencia y Desarrollo** XVI, 91, 59:69.
- Vera, R. 1982. "La enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación Normal", en **Educación**, 42, pp. 141:166 CONALTE, México.