



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
UNIDAD UPN 094 CIUDAD DE MÉXICO, CENTRO

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN PLAN 94

**ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS DE EVOLUCIÓN EN EL PROGRAMA DE
CIENCIAS I, BIOLOGÍA DE LA ESCUELA SECUNDARIA.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN EDUCACIÓN**

P R E S E N T A

ANDRÉS CARMELO HERNÁNDEZ GÓMEZ

ASESOR: DR. VICENTE PAZ RUIZ

Ciudad de México abril, 2017

DICTAMEN PARA EL TRABAJO DE
TITULACIÓN

Ciudad de México, 18 de agosto de 2017.

PROFR. ANDRÉS CARMELO HERNÁNDEZ GÓMEZ.
P R E S E N T E

EN MI CALIDAD DE SECRETARIO DE LA COMISIÓN DE TITULACIÓN DE
ESTA UNIDAD Y COMO RESULTADO DEL ANÁLISIS REALIZADO A SU
TRABAJO TITULADO:

**ANÁLISIS DE LOS CONTENIDOS DE EVOLUCIÓN EN EL PROGRAMA DE
CIENCIAS I, BIOLOGÍA DE LA ESCUELA SECUNDARIA.**

OPCIÓN: TESIS.

A PROPUESTA DEL ASESOR DR. VICENTE PAZ RUIZ, MANIFIESTO A
USTED QUE REÚNE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS ESTABLECIDOS AL
RESPECTO POR LA INSTITUCIÓN.

POR LO ANTERIOR SE DICTAMINA FAVORABLEMENTE SU TRABAJO Y SE
LE AUTORIZA A PRESENTAR SU EXAMEN PROFESIONAL, DE LA
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN.

ATENTAMENTE
EDUCAR PARA TRANSFORMAR



MTR. ROBERTO VERA LLAMAS
SECRETARIO DE LA COMISIÓN DE TITULACIÓN
DE LA UNIDAD 094 CENTRO.

VPR/RGA/jcc

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

*Porque me permite llegar a este momento tan especial en mi vida.
Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a amarte más cada día.
Porque nunca me ha dejado solo y me ha presentado a las personas justas en el momento exacto.*

A mi hermano el Ing. JOSE ALFREDO HERNANDEZ GÓMEZ

*Porque sin su ejemplo y apoyo no lograría mis metas,
Gracias por tu respaldo incondicional y por estar en esos momentos difíciles conmigo.
Te agradezco por tanto apoyo que he recibido de tí no solo de grande sino también desde pequeño.*

Al Dr. En educación VICENTE PAZ RUIZ

*Por la oportunidad de presentar este trabajo, gracias por su confianza y apoyo,
Por su acompañamiento y por brindarme la oportunidad de concluir mi educación superior.
Por su ejemplo de amabilidad, sencillez, demostrando que el conocimiento te hace ser humilde.*

A mis amigos

*Que contribuyeron a la realización de esta meta con su apoyo
Moral, Sincero, incondicional y por su confianza... mi agradecimiento*

Índice

Presentación	5
Capítulo I Antecedentes temáticos y contextuales de la enseñanza de la Biología en Secundaria	
1.1 La enseñanza de la ciencia en la educación Básica	7
1.2 Formación y actualización de los profesores de ciencias naturales	10
1.3 La enseñanza de la Biología en Escuela Secundaria	13
1.4 Quiénes enseñan Biología en la escuela Secundaria	17
Capítulo 2 Aspectos conceptuales sobre evolución	
2.1 Problema	25
2.1.1 Objetivo	26
2.1.2 Hipótesis	26
2.2 La teoría de la Evolución, aspectos generales.	27
2.3 El modelo de análisis proposicional (Campos y Gaspar, 1996)	31
2.4 Rangos para la Clasificación de la organización conceptual	36
2.5 Los contenidos de Evolución en el Programa de Ciencias I Biología de Educación Secundaria	37
2.6 La enseñanza de la evolución en primaria	40
2.7 La enseñanza de la evolución biológica en secundaria	43
2.8 Relación con la Reforma integral de la educación básica	49
2.9 Contenidos de Evolución en el Programa de ciencias I	51

2. 10 Metodología	60
(Criterios para comparar los contenidos de la SEP. Y de la facultad de ciencias de la UNAM).	

Capítulo 3 Resultados

3.1 Criterio común, aspectos teóricos básicos de la evolución	
Según Ernst Mayr	61
3.2 Mapa conceptual del Texto de la SEP 2011	64
3.3 Mapa Conceptual del Texto de la Facultad de	
Ciencias de la UNAM	76

Capítulo 4 Análisis

4.1 Mapa de la SEP 2011	80
4.2 Criterio (científico)	84
Conclusiones	87
Bibliografía	89

Presentación

La enseñanza de la Biología en la educación básica es un área que actualmente se ha expandido, a ello han contribuido trabajos pioneros al respecto como los de Jiménez Aleixandre (1991) sobre evolución y las reuniones de trabajo disciplinares de la Asociación de docentes de Biología de Argentina (ADBIA), en donde podemos encontrar propuestas desde lo filosófico, histórico o bien centradas en la didáctica. En México se han realizado trabajos en la UPN Ajusco, con textos del Dr. Calixto (2004) que realiza una investigación a mediano plazo sobre las concepciones de los docentes que enseñan esta asignatura en Secundaria. Para el nivel primaria la Dra. Adriana Gómez, tiene una serie de trabajos sobre seres vivos (2009) a partir de su tesis doctoral que lo enfoca en Modelos y modelización.

Por otro lado en Primaria, Paz y Martínez desarrollan una serie de trabajos sobre la enseñanza de la evolución en este nivel (1999, 2003), así como aspectos de taxonomía, botánica, fisiología Vegetal, digestión, son experiencias sencillas sobre el tema referido que hace énfasis en cómo las maestras de primaria y preescolar pueden resolver las cuestiones didácticas que el tema les presenta.

En los trabajos en su conjunto se ha notado que existe una ruptura entre las ciencias y la enseñanza de la ciencia, pues es diferente un objeto científico a uno pedagógico, ese trabajo de transpolación, no se realiza necesariamente de manera correcta, de ahí que trabajos como los de Mares, (2009), Paz (2005, 2007) hacen énfasis en esa ruptura y cómo se puede resolver a partir de propuestas sistemáticas de trabajo y la recuperación de la experiencia docente.

Uno de los aspectos centrales de esta ruptura se da por la lejanía del currículo formal y el trabajo real del maestro, además se tiene una idea de que el nivel educativo define el rigor de la información a tratar. Esto se puede apreciar cuando vemos textos sobre cualquier tema de Biología en distintos niveles educativos, por ejemplo Digestión. En 2001 se hace

un trabajo sobre el tema en preescolar y tuvo continuidad en primaria, este mismo tema fue abordado por Beloch en España y por Giere en Suiza a nivel medio, en todos los casos la información de los textos es densa en la parte superior (bachillerato, secundaria) y trivializada en primaria (ver Paz, 2007).

Para el caso de la enseñanza de la Evolución biológica, el programa de Ciencias I, con énfasis en Biología es una propuesta oficial de la SEP sobre enseñanza de la disciplina, que se articula por cinco ámbitos, el segundo de ellos es el de evolución y biodiversidad. Este es el segundo currículo de secundaria que de manera amplia aborde el tema específico de la teoría de la evolución, anteriormente aparecía de manera esporádica el tema visto desde el registro fósil pero sin el enfoque en evolución.

En esta propuesta (SEP, 2011) se da un bloque completo a dicha temática, sin embargo se carecen de trabajos que hagan un análisis de los contenidos y de su rigor, en nuestro caso de interés sobre la enseñanza de la Evolución, no se sabe si existe el rigor suficiente en la organización del contenido, que sin olvidar que se trabaja con alumnos de secundaria, conserve los núcleos centrales de la teoría. Esa es la temática de este trabajo, analizar el contenido de la teoría de la evolución, su enfoque, organización y núcleos conceptuales centrales que correspondan con los teóricos de la disciplina como Ernst Mayr.

Para ello en el capítulo 1 se hace un recorrido que va desde qué es la escuela secundaria, quién trabaja en ella. En el problema se establece la pregunta a resolver, su objetivo y la hipótesis. En el capítulo 2 se aborda la cuestión de la base conceptual que ha de acompañar el texto; evolución, modelos de análisis proposicional y contenidos específicos de la disciplina en secundaria. En el capítulo 3 se establecen aspectos teóricos básicos de la evolución, realizando solo una comparación entre los textos de la secretaria de educación pública (sep.) y la facultad de ciencias de la UNAM. En el capítulo 4 se realiza un análisis del contenido de los temas respecto a la evolución en los textos.

Llegando así a las conclusiones de la investigación del trabajo presente.

Capítulo I

Antecedentes temáticos y contextuales de la enseñanza de la Biología en Secundaria

1.1 La enseñanza de la ciencia en la educación Básica

Ya en el México independiente, en 1833 el vicepresidente Valentín Gómez Farías, intentó una reforma radical en el ramo educativo creando la Dirección General de Instrucción Pública, la cual buscaba fomentar la enseñanza primaria y reglamentando la educación superior, no siendo esto ley sino hasta 1857, aporte de los liberales donde se declaró que "la enseñanza es libre" quitándole así el control que sobre ella ejercía la iglesia, principal ejecutor de la educación en esos tiempos. En 1867 se le confirió a la educación, a través de la ley de Instrucción Pública, un carácter de gratuito y obligatorio, sin embargo sería hasta la administración de Joaquín Baranda, que se daría paso a una verdadera reestructuración educativa, comenzando con la fundación de la Escuela Normal, encargándose esto a Ignacio Manuel Altamirano, quién entregó su trabajo en 1885 e iniciándose las clases en las calles de Lic. Verdad en 1887.

El origen de la escuela secundaria lo encontramos en la Escuela Nacional Preparatoria, que desde su formación mantuvo un plan de estudios de cinco años, con un sustento filosófico comteano. En la década de los 20` se divide a la preparatoria en tres años del llamado ciclo secundario y dos del ciclo preparatorio por antonomasia, esta división se debió en gran medida a la idea de diversificar la oferta educativa. Los egresados de la primaria sólo tenían a la preparatoria como opción, dividiéndola se pudo dar variedad

hacia la educación técnica, ya que en ese tiempo, la educación se dividía en tres niveles; primaria, secundaria y terciaria.

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 documentos de investigación, ensayos y opiniones. 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", 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 ya desde 1995.

Es importante señalar que la denominación "profesor de ciencias naturales", abarca a todo aquel docente que enseñe ésta área del conocimiento como tal o cualquiera de las asignaturas que están comprendidas en ella. Por lo tanto, los maestros de secundaria y primaria son también profesores de ciencias naturales, puesto que imparten esta asignatura dentro de su programa general de estudios. Asimismo, los docentes de secundaria, del área de ciencias son considerados profesores 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 1983 Druva y Anderson 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, 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. Por ejemplo, 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 comportamiento 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.

En nuestro país, los estudios sobre el docente de ciencias naturales, realizados en la década 1982-1992, son casi inexistentes, situación que varío poco en el nivel de educación básica según reporta López y Mota. 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 "y, "Académicos". 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" 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.

En la primera década de este siglo las condiciones sobre la investigación educativa del trabajo docente de ciencias, tanto de primaria como de secundaria se ha incrementado pero se ha hecho énfasis en los procesos dentro del salón (Candela, 1991) o bien la formación de estructuras cognitivas de los alumnos (Campos et al. 1999), no obstante

destacan en la educación primaria los aportes de Mares y su equipo de trabajo (2009), quienes diagnostican y proponen una forma de enseñar ciencia desde un enfoque interconductista.

Los aportes de las investigaciones sobre los docentes de educación básica y normal (Maciel, 2007) y sobre los académicos (Martínez, 2000, Rico, 2008), 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.

1.2 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.

En la pasada década (los 90), la formación de los profesores se consideró un aspecto central para generar los cambios necesarios en la enseñanza de las ciencias naturales. Sin embargo, la mayoría de los programas de formación y el discurso en el que se sustentaban, se basaron en supuestos y creencias más que el análisis de los aportes de las investigaciones sistemáticas sobre la educación en ciencia y la formación de los docentes en esta área. En nuestro país, la reestructuración de la Escuela normal superior de México, no trajo beneficios en cuanto a la enseñanza de ciencia, ya que el tiempo que antes se dedicaba era exclusivamente al campo de estudio, ahora este tiempo se divide en cuestiones pedagógicas y posteriormente disciplinares. Ello ha redundado en un manejo pobre de los contenidos específicos (Martínez, 2000).

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.

Existe la preocupación por la formación de los profesores, se le considera incluso como punto central para mejorar la calidad de la educación y ha provocado importantes acciones institucionales y debate entre los especialistas en el campo. Sin embargo, se ha puesto poca atención a la formación específica de los profesores de ciencias naturales, por lo cual las acciones que se han emprendido son mínimas (Gutiérrez, 1972, Rico, 2008). No existen grupos consolidados dentro de los centros de investigación educativa cuya tarea principal sea estudiar esta problemática y orientar a los responsables de tomar decisiones, de diseñar y desarrollar los programas de formación. La política educativa de formación docente de ciencias se elabora o al menos se hace evidente desde la DEGENAM, en particular en los centros de maestros, con cobertura nacional y en el CAM como centro de investigación.

Consecuencia de ello, son los resultados de las investigaciones de Tirado, que hace una reflexión sobre la crítica situación de la enseñanza de la educación básica, se ubican específicamente en una disciplina, la Biología y la calidad de esta enseñanza, los resultados a los que llegan son desalentadores y gran parte de estos se deben a la deficiente formación del maestro (Vera, 1982, Candela, 1988), lo que nos indica que una escasa formación específica (Paz, 99) redundará en una baja calidad en el manejo de contenidos.

Para el primer ciclo de educación primaria estos problemas se ven magnificados, ya que el trabajo que realizan las maestras de grupo, lo enfocan prioritariamente a lenguaje y comunicación y al pensamiento matemático, haciendo prioritario lo instrumental, dejando muy de lado otros aspectos integrados en el campo formativo Exploración y comprensión del mundo natural y social, que a su vez reduce su tiempo al compartirlo con desarrollo físico y salud. La prioridad queda esclarecida cuando notamos que en primer ciclo se dedican 600 horas anuales para lengua y matemáticas en tanto que para ciencias (tanto sociales como naturales) cuenta sólo con 80 (SEP, 2006).

La situación no mejora durante los ciclos segundo y tercero de primaria; para lengua y matemáticas se destinan 440 horas en tanto que para ciencias naturales sólo 120 (SEP, 2006). La premura de obtener resultados sobre la lecto escritura, hace que se descuide esta última área, siendo evidente que el nivel de conceptualización con el que egresa el niño de ese ciclo es muy limitado (Paz y Martínez, 1999). Sin embargo el efecto es más notorio en el desarrollo de habilidades para la construcción del pensamiento científico, para la comunicación y sobre todo en las meta cognitivas que derivan en niveles bajos de actitudes de respeto hacia las formas de vida, situación que se descuida de manera notable en este espacio (idem).

En secundaria la situación mejora notablemente en la disposición de tiempo en relación a la primaria, sin embargo el tiempo destinado a la enseñanza de la Biología, que será el tema de nuestra investigación, se ha reducido a la mitad, de dos curso que se ofrecían (Biología I y II), además con la posibilidad de contar con un espacio más de educación ambiental (materia optativa), se ha reducido a un solo curso (Ciencias 1, énfasis en Biología), lo que reduce la oportunidad que tiene el alumno de ir consolidando habilidades del pensamiento complejo a lo que son proclives las ciencias y su enseñanza.

1.3 La enseñanza de la Biología en Escuela Secundaria

El currículo de ciencias naturales en primaria ha existido desde la creación misma de la SEP, ha pasado de ser utilitario (conocer para explotar) hasta uno propedéutico y formativo que es en la actualidad. La enseñanza de la evolución aparece en la propuesta educativa del Estado mexicano hasta 1993, y se entiende con ello que es el organizador de los contenidos de Biología de la educación básica, “nada tiene sentido en biología si no es a los ojos de la evolución”, (Ayala, 1997). Anteriormente se organizaban los contenidos por la utilidad de las plantas y los animales (de 1941 a 1972), o bien por la relación de uso que se daba en las comunidades a los recursos naturales. En 1972 se apela a los niveles de organización para dar sentido a la estructura de los contenidos de biología y es hasta 1993 que sin dejar de lado los aspectos previos, ahora se incorpora una mirada evolucionista.

La formación de la gran mayoría de docentes no es específica para el tratamiento de temas tan especializados como la evolución y de hecho ha servido para poner en evidencia las limitaciones de la formación docente (Vera, 1982, Flores, 1997, Martínez, 1997), por ello se han encontrado una serie de deficiencias en la formación docente, así como en la forma que conceptualiza a la teoría de la evolución y la forma en que aborda el tema en su grupo, sin importar el nivel, ya que se han hecho trabajos en primaria (Campos, et al, 1999, Paz, 1999) así como en secundaria (Guillén, 1995, Martínez, 1997, 2000, Rico, 2008).

Los diagnósticos nos han dicho que los materiales son técnicamente impecables y con un alto rigor en su recorte conceptual para pasar del libro del especialista al libro de texto, sin embargo existe una ruptura entre la investigación educativa y el trabajo del aula. Los materiales son de alta calidad pero la formación que recibe el docente, o bien está desfasada, o es pobre en oferta y de baja calidad. Lo que explica su bajo nivel al

manejar contenidos tan complicados y especializados como la evolución (Paz, 1999, Campos, 1999, Martínez, 1997, 2000, Maciel, 2007, Rico, 2008).

Por lo que respecta a los alumnos, se ha visto (Guillén, 1995, Campos, 1999) que su estructura conceptual es parecida a la del docente con el que trabaja, sin embargo el manejo de contenidos para el caso de evolución es pobre y muchas veces deformado según los textos de referencia, esto sucede en primaria, en secundaria pasa una situación similar, el niño no supera la etapa de construcción lamarkiana en el mejor de los casos, ya que en general su percepción es una combinación de creacionismo con antropocentrismo y principios teleológicos. No extraña que su mentor tenga construcciones similares de evolución biológica Tortolero reporta los mismos aspectos que encuentran Sánchez, Guillén (1995), Martínez (1997, 2000) y Rico (2008).

Para el caso de los docentes se invoca a fallas en formación básica y continua, pero para los alumnos se ha dicho que tienen problemas en la construcción de la noción de evolución debido a la falta de desarrollo de las estructuras cognitivas (Paz, 1999) o bien a fallas en el manejo didáctico de los profesores, por lo que se proponen estrategias para abordar el tema (Jiménez, 1991, 2005, Mengascini y Menegaz, 2005, Maldonado 2007).

Luego se plantean dos aspectos al parecer irreconciliables; la evolución no se puede enseñar si no se toma en cuenta la secuencia de desarrollo del niño, de acuerdo a ello será necesario que el maestro tome en cuenta la etapa de desarrollo del niño y de acuerdo a esto maneje conceptos o nociones que vayan desarrollando poco a poco los sillares con los cuales pueda elaborar una estructura cada vez más ramificada y detallada sobre cualquier tema.

Por otro lado se encuentran los que dicen que el niño desde que tiene uso de lenguaje, es apto para construir cualquier noción sobre cualquier cosa de la que se le hable, para ello se requerirá solamente de secuencias apropiadas para su abordaje, temas complicados como la evolución requerirán de secuencias más elaboradas pero a fin de cuentas es manejable. Solamente habrá de tomarse en cuenta que el niño tenderá a

hacer uso de un lenguaje cada vez más sofisticado, según su exposición a él y a la comprensión del mismo (Jiménez, 1991, 2005).

Un segundo dilema se encuentra en los resultados obtenidos hasta ahora en los diagnósticos sobre la enseñanza de la evolución, se ha notado que existen severos problemas para lograr la construcción de nociones de evolución en primaria y secundaria. Ello se debe a la falta de preparación de los docentes y a la falta ya de didácticas adecuadas o bien a no tomar en cuenta el desarrollo del niño. Luego qué sentido tiene enseñar un tema que no se construye adecuadamente, por ello se tiene la disyuntiva de seguir con el tema en los currículos de primaria y secundaria o se deja de lado hasta bachillerato, como investigadores españoles han encontrado que es más viable que se pueda entender la evolución.

En 1910, se funda la Escuela (Normal Superior) de Altos estudios. José Manuel Puig Cassarac crea la escuela normal superior dentro de la de Altos estudios, incorporándose ambas a una sola estructura e integrándolas a la Facultad de Filosofía y letras para graduados. De 1924 a 1928 desaparece la Escuela de altos estudios, junto con la Normal, no es sino hasta el año de 1936 en que se crea el Instituto de Preparación del Magisterio de Segunda Enseñanza. En 1942, se convierte en la Escuela Normal Superior creada con un amplio plan de estudios que no sólo contempla la enseñanza para maestros de postprimaria, sino la formación de investigadores y funcionarios educativos.

En 1947, se da inicio a los cursos en la nueva Escuela Normal Superior de México, con capacidad para atender a mil alumnos varones y mil más de señoritas por separado. Para el caso de Biología, la ENS sita en Ribera de San Cosme y Fresno, cuenta en aquel entonces con equipamiento de primera para experimentar en los laboratorios de Física, Química y Biología. El currículo es muy similar a la de las escuelas de Biología de aquel tiempo, como son la ENCB del IPN y sobre todo a la de Biología de la UNAM. La Escuela Normal Superior en sus inicios contaba con profesores de primera línea tales como Manuel Ruiz Oronoz (Botánica II), Faustino Miranda (Botánica III) y Enrique Beltrán (Zoología I y Conservación de los recursos naturales de México) entre otros destacados docentes y aporta en sus

primeras generaciones a los profesores Maximino Martínez y Eizi Matuda a la planta de investigadores del Instituto de Biología de la UNAM.

La influencia de este tipo de maestros, biólogos de formación y la falta de materias pedagógicas dieron paso a la formación de biólogos, no de maestros, sus egresados tenían una formación tan amplia como la de la escuela de la UNAM. Asimismo la ENS construye una importante colección botánica, paleontológica y de artrópodos, contó así mismo para las labores de investigación con uno de los primeros microscopios electrónicos que llegaron a nuestro país.

La ENS mantiene su plan de estudios hasta finales de la década de los 70`, época en que es desmembrada en diferentes anexos, logrando se reunificación en 1983 en su plantel actual del Rosario. El plan de estudios para estas nuevas generaciones se ve modificado, ahora el acceso a maestros es muy restringido y se da auge al acceso a bachilleres, razón por la cual la carga curricular se orienta hacia materias pedagógicas, dado que los alumnos de nuevo ingreso, al no ser maestros, carecen de formación en ese ramo, variando el peso de los contenidos del plan de estudios a pedagogía (60%) y sólo un tercio a contenido específico. Habría que aclarar que ahora el plan está enfocado a formar Licenciados en la enseñanza de las ciencias naturales, por ello los contenidos de Biología son muy escasos, pues comparten el reducido 33% de contenido específico con otras áreas de Ciencias como Física, Química y Geografía Física, baste decir que de tres cursos anuales de Botánica, ahora sólo se recibe uno de un semestre.

La formación de maestros - biólogos fue atendida por investigadores reconocidos, se logra una envidiable vinculación entre los biólogos de alto nivel y los formadores de maestros, situación que se mantiene durante treinta años, de 1945 a 1975. Es importante recalcar que la formación de maestros normalistas, al ser cuidada por biólogos productores de conocimiento, convierten a la Normal Superior en un espacio de formación de alto nivel, estableciéndose poca diferencia entre sus egresados y los de las escuelas de la UNAM y el IPN. Sus planes de estudios son similares, los maestros son, muchas veces los mismos, los que en su mayoría están imposibilitados de acceder a institutos de investigación, las Escuela Normal Superior

La ENS tiene un destacado papel histórico en la Institucionalización de la Biología en nuestro país, de ella egresa el primer biólogo de México (Enrique Beltrán) es una de las tres primeras instituciones que forman biólogos, se convierte en un espacio importante para hacer investigación durante la época crítica de la consolidación de la Biología en México (1945-1975), en ella se rescata de manera formal la idea de docente investigador y ocupa un lugar destacado en hacer de la Biología una materia de secundaria a nivel nacional, campo que ha permitido captar en buena medida a una gran cantidad de egresados de las diferentes escuelas de Biología del país (Paz, 1999).

Por lo que respecta a la normal básica, la ENM, durante los años 60 modificó su plan de estudios para tres años, en ella se hacía énfasis en lo didáctico e instrumental, pero no en lo conceptual, por ello el plan de la normal durante el plan de 11 años es reducido en contenidos sobre biología. Esta situación se intenta remediar en los 70 al renovar los planes de estudios, ahora se aborda de manera disciplinar no sólo ciencias naturales sino todo un listado de disciplinas. Esto no modificó en sí el enfoque evolutivo de la enseñanza de la ciencia en la primaria y secundaria como se ha podido constatar en trabajo de campo al respecto.

1.4 Quiénes enseñan Biología en la escuela Secundaria

Para desarrollar este punto atenderemos lo dicho por Martínez, Mas y Paz (2014) quienes realizaron una investigación en Iztapalapa, los aspectos fundamentales de su estudio se presentan.

En México, la escuela secundaria nace en 1925 como un nivel intermedio entre la educación elemental (primaria) y superior, donde se ubicaba al bachillerato y a la universidad. En su origen la Escuela secundaria formó su plantilla con docentes distinguidos de la Normal básica y con profesionistas libres. Una de las causas fue que la escuela que prepararía maestros de forma específica para el nivel, la Escuela Normal Superior de México (ENS), empezó a funcionar, aunque sin ese nombre, hasta 1936. Por

ello la escuela secundaria en su origen, tuvo una mayoría de profesores de origen no normalista en su plantilla.

Una de las materias que ha existido en el currículo de educación secundaria prácticamente desde su origen es la Biología, aún antes que recibiera esa denominación al constituirse como un campo independiente de la medicina. A principios del siglo XX debatieron al respecto el Dr. Isaac Ochoterena, orientando la Biología hacia la fisiología celular (visión fisiologista = médica) y el profesor Alfonso L. Herrera, que tendía a una mirada naturalista (evolucionista).

Esa dualidad; enfoque médico y evolucionista (naturalista) se ha mantenido a lo largo de toda la historia de los currículos de Biología en la educación secundaria, desde 1936 a la fecha. Es así que para atender esa asignatura se ha dado cabida, tanto a los egresados de carreras con orientación en ciencias de la salud (Odontología, Veterinaria, Medicina), como a los de escuelas de ciencias biológicas (biólogo, químico fármaco biólogo, químico biólogo parasitólogo). Desde luego contando con los profesores específicamente preparados para ello egresados de la Escuela Normal Superior; biólogos y licenciados en ciencias naturales. Ese es el origen de la riqueza de perfiles profesionales de los docentes que han trabajado en secundaria impartiendo Biología.

La finalidad de conocer, si la tendencia de contar con una gran diversidad de perfiles profesionales de docentes en secundaria continúa, fue el motivo que impulsó esta investigación. Se realizó en la Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México. El objetivo fue conocer la diversidad de los perfiles profesionales de los maestros que atienden la asignatura de Biología, discutir sobre las causas que la originan, así como sus efectos en el logro de los propósitos de la enseñanza de la ciencia.

Al respecto existen trabajos previos que de forma directa han atendido el estudio de la diversidad y la proporción de maestros normalistas y universitarios (así se denomina a los no normalistas) que laboran en las escuelas secundarias de la zona metropolitana. Un trabajo general sobre normalistas vs universitarios en secundaria lo realiza Martínez (1997), en ese mismo tenor Quiroz aporta en 2002, coincidiendo ambos en la proporción

de universitarios respecto de los normalistas (80% vs 20%). El trabajo más específico es el reportado por Rico (2008), quien realiza un estudio censal en escuelas secundarias técnicas. Blancas (1999) y Rodríguez, aportan al respecto en el oriente de la ciudad de México y zona conurbada (Ciudad Netzahualcóyotl). En todos los casos se llega a que el número de egresados de la ENS que laboran en secundarias es bajo respecto de la demanda requerida, dejando muchas plazas sin cubrir, las cuáles son cubiertas por egresados de las distintas universidades.

La matrícula de normalistas, ha decrecido a favor del incremento de la misma en las universidades, lo que implica que más profesionistas de diversos perfiles cubrirán la función de docente de Biología (SEP, 2011). No obstante se sigue solicitando curricularmente que la asignatura de Biología requiera de un biólogo o profesor con normal superior en Biología. Sin embargo, la diversidad de perfiles profesionales de docentes, que reportan los autores citados es alta, lo que predecimos que ha influido en el logro del desarrollo de la competencia científica, para la educación básica.

La causa de ello se podría encontrar en Porlán y Rivero, quienes señalan que la formación específica de los maestros que enseñan Biología es una necesidad, ya que de acuerdo a como se conciba la ciencia será como se enseñe.

La estadística como auxiliar de la investigación

El trabajo se realizó en Iztapalapa, debido a que es la delegación del Distrito Federal con más alumnos y más planteles de secundaria general, una de las cuatro modalidades de la misma (SEP, 2011). La muestra de trabajo se realizó por cúmulos de forma aleatoria. Cada plantel fue un cúmulo. Se realizó un muestreo probabilístico en 97 escuelas al 95% de confianza, con un error máximo de 10%.

$$n = \frac{NZ^2 (p * q)}{E^2(N - 1) + Z^2(p * q)}$$

Las escuelas se seleccionaron por muestreo aleatorio simple. Posteriormente se aplicó un cuestionario a 145 maestros que tienen su centro de trabajo en las escuelas seleccionadas al inicio del ciclo escolar, como parte de sus datos de actualización laboral.

Se les preguntó sobre: edad, antigüedad en servicio, formación básica, escuela de procedencia, tipo de plaza (docente o laboratorista), titulado o no. Los datos se organizaron en una base de datos en Excel para Windows, con ocho entradas.

Con los cuestionarios aplicados, se calculó la riqueza de perfiles de la muestra empleando el índice de Margalef, analogando perfiles docentes con especies.

$$Dmg = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Se infirió el total de perfiles en la población, con Chao1, que toma en cuenta las especies raras (1 y dos casos).

$$Chao1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

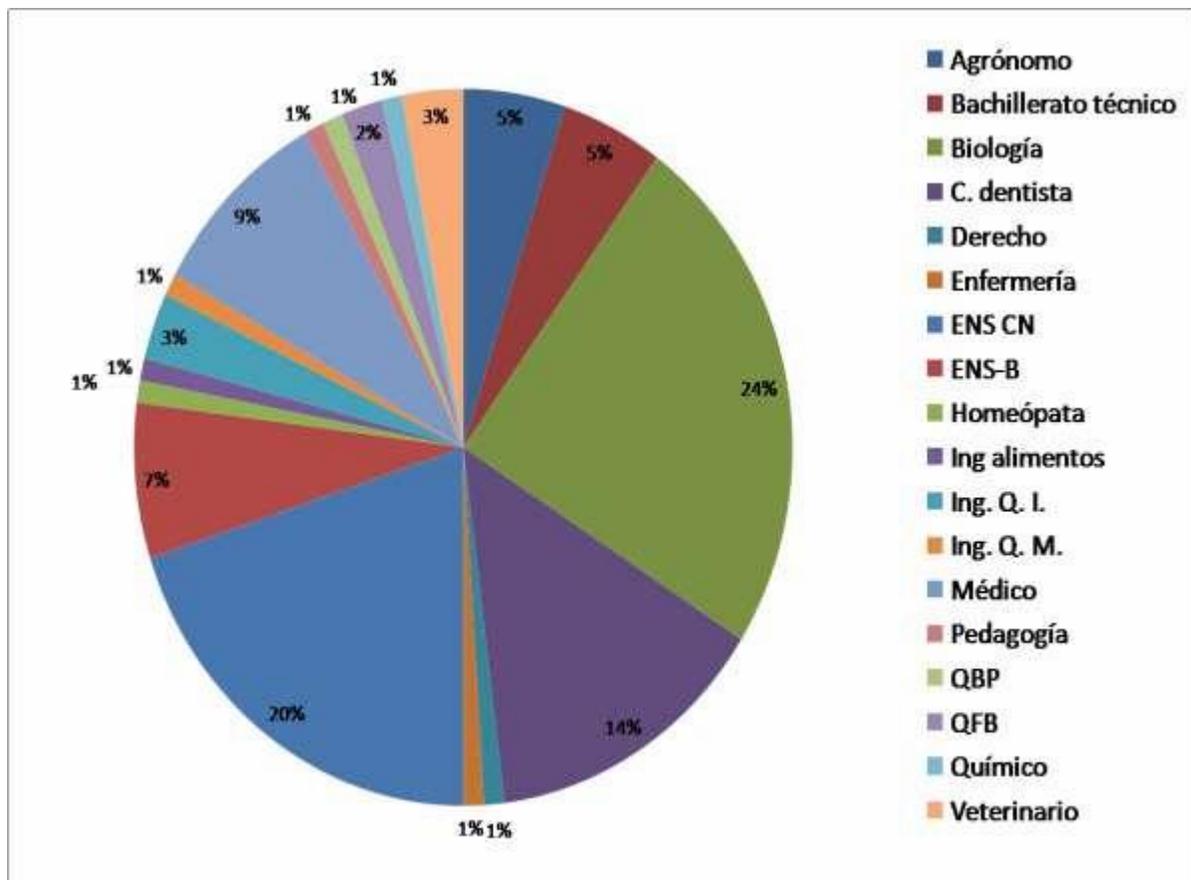
Con el par: índice de diversidad Shannon – Wiener (H') e índice de equitabilidad de Pielou (J'), se calculó la dominancia de los perfiles encontrados.

$$H = \sum_{i=1}^S \left[\frac{n_i}{n} \times \log_2 \left(\frac{n}{n_i} \right) \right]$$

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Resultados, sólo números pero reveladores

El tamaño de muestra (n) fue de 49 escuelas. Se tomó p y q suponiendo que p+ q = 1, empleando la ecuación para población finita.



Gráfica 1. Composición de la planta docente que imparte Ciencias 1 en Esc. Sec. De la DGSEI. Elaboración propia

Figura 1

Se separaron 24 maestros laboratoristas. La muestra quedó en 100 docentes de Biología. Los encuestados tienen una antigüedad promedio de 19.2 años y una media de 47 años de edad, un recorrido es de 44 años, de 24 a 68 años de edad. 39% está titulado, 61% no tiene título. Los normalistas son el 29% los universitarios el 71%.

38% proviene de la Universidad Nacional Autónoma de México, 29% de la Escuela Normal Superior, 16% de la Universidad Autónoma Metropolitana y 6% del Instituto Politécnico Nacional. El resto, (11 %) de otras instituciones públicas y privadas.

N°	perfil	frecuencia
1	Derecho	1
2	Enfermeria	1
3	Homeopata	1
4	Ing-Alimentos	1
5	Ing-Q.M.	1
6	Pedagogia	1
7	QBP	1
8	Quimico	1
9	QFB	2
10	Ing.Q.I.	3
11	Veterinario	3
12	Agronomo	5
13	Bachillerato tecnico	5
14	ENS-B	7
15	Medico	9
16	C.Dentista	14
17	ENS CN	20
18	Biologia	24
		TOTAL = 100

Tabla 1. Perfiles de docentes de ciencias I en Iztapalapa

Se obtiene un índice de diversidad $D_{mg} = 2.78$, ~baja. La prospectiva, calculada con Chao1, del número total de perfiles en la población de maestros de Biología de Iztapalapa se estima en 50.

La equitabilidad es decir la homogeneidad en la distribución de perfiles, es baja 13.8, se calculó con el par: índice de diversidad Shannon – Wiener (H') e índice de equitabilidad de Pielou (J').

El índice de Shannon – Wiener dio un valor de $H' = 92.08$. Con $H' = 92.8$ y una $S' = 100$, se aplicó el índice de equitabilidad de Pielou (J'), el resultado fue 13.8. Si se toma en cuenta que el valor máximo de ésta para nuestra muestra, sería de 100 ($H' = S$), 13.8 es un índice (muy) bajo, lo que nos habla de poca equitabilidad y por ende (muy) alta dominancia (ver gráfica 1).

Los perfiles predominantes son: Biólogo, (24), Licenciado en educación media en ciencias naturales de la ENS (20), Cirujano dentista (14), Médico (9) y Licenciado en educación secundaria en Biología de la ENS (7), (ver tabla 1).

Sobre nuestro supuesto de que existiría un amplio abanico de perfiles que imparten Biología, (alta equidad), se rechazó. El número de perfiles encontrado es bajo respecto del total 61 perfiles posibles para el año 2012 (SEP – SNTE, 2012), y los 50 estimados para la población. Su equidad es (muy) baja, 13.8 en escala de 0 al 100. Los 61 perfiles posibles se toman del profesiograma que para impartir Biología sigue la comisión SEP – SNTE, es decir el perfil ideal que debe de tener un aspirante a docente de Biología para escuela secundaria.

La falta de equidad y alta dominancia implica que pocos perfiles y no los idóneos, biólogos y normalistas, predominan como docentes de secundaria en Biología, sin que se tenga un dominio de los contenidos esenciales, como reporta Rico (2006), quien señala que los perfiles con alta dominancia como los odontólogos, son lo que menos dominan los contenidos de Biología. De ahí que sea crítico que dentro de los perfiles con alta dominancia se encuentre cirujano dentista (14%).

También se encontró que es bajo el número de normalistas respecto de los universitarios, por cada normalista hay dos universitarios. Esto se puede deber al incremento de la matrícula en las universidades y la baja de la misma en las normales. La matrícula de la ENS en biología ha decrecido a números alarmantes (no más de un grupo por generación).

De ahí que las instituciones que aportan más egresados al magisterio de educación secundaria para Biología: 38% proviene de la UNAM, 16% de la UAM y 6 % del IPN, el 11% restante es de instituciones diversas. La ENS aporta el 29%, un porcentaje menor al que la que tan solo la UNAM aporta. La presión de los egresados de las distintas Instituciones de educación superior, apabulla a la cantidad de egresados de la ENS, tendencia que se va polarizando a favor de los universitarios. Esto tiene dos efectos, uno en lo laboral y otro en lo académico.

En lo laboral una causa posible de la baja cantidad de normalistas en las secundarias, la prefigura Sandoval (2001), quien señala que la desaparición de la doble especialización que recibían los maestros de Biología en la Escuela Normal Superior, ha influido en la calidad de la enseñanza de la ciencia en secundaria, y al mismo tiempo ha afectado su imagen como especialista de la materia.

En lo académico, Rico (2006) señala que la Biología tiene como teoría fundamental a la evolución, por ello se requiere que maestros especializados (Biólogos) que aborden esos temas, no hacerlo trae consecuencias en el bajo manejo de información sustancial.

Se tiene un problema concreto, cómo atender la dualidad (fisiologista – evolucionista) del currículo de Biología con un personal de perfil tan diverso. La respuesta es enfatizar la formación pedagógica y disciplinar de los profesionistas que atiende Ciencias I con énfasis en Biología.

La enseñanza de la ciencia es una disciplina que se enfoca no a construir ciencia básica, tarea de los científicos, sino a develar la forma en que ésta es difundida o bien construida por miembros ajenos al campo científico ya sea en un ámbito escolarizado o no. Para ellos el objeto es el proceso enseñanza aprendizaje (EA) y no la síntesis conceptual de nuevos saberes. En la educación básica podemos encontrar al menos tres actores del proceso EA: El currículo, el maestro y los alumnos, la confluencia de ellos dentro de un espacio y tiempo definidos es lo que conforma el proceso EA.

Capítulo 2

Aspectos conceptuales sobre evolución

2.1 Problema

La teoría de la evolución es una forma racional de explicar la diversidad y contingencia de la naturaleza de los seres vivos, su reproducción, genética, su especiación, todo en biología es cruzado por esta teoría, sin embargo no siempre se ha enseñado esta teoría en las escuelas formadoras de docentes especializados como los de secundaria y mucho menos en los de educación primaria.

Un punto neural de la biología como ciencia es la teoría de la evolución, “nada tiene sentido en biología, si no es a los ojos de la evolución”, dice Dobzhansky, ese es el centro de esta investigación, el que se podrán ver contenidos dispersos u organizados según niveles de organización, pero lo que le da sentido disciplinar y científico es la teoría de la evolución.

El problema es que los maestros de secundaria que enseñan Biología, en su gran mayoría no son biólogos, y si lo son no se formaron con el currículo modificado a mediados de los 90, por lo que el manejo conceptual de los elementos básicos de la teoría moderna de la evolución biológica (darwinismo) está comprometido.

Una forma de resolver esta falta de especialización de la planta docente de Secundaria que enseña Biología, es desarrollar propuestas curriculares que sean accesibles y con rigor disciplinar, esta combinación es la que se busca en el currículo formal pero debemos de preguntarnos si los textos logran esa combinación.

De ahí que nos preguntemos:

¿Qué características tiene la propuesta del currículo formal de Ciencias cuando aborda la teoría de la evolución biológica?; ¿Cuáles son las características del discurso sobre

teoría de la evolución biológica, de un especialista de Biología de la Facultad de ciencias?, ¿Qué puntos de relación hay entre ambos discursos?.

2.1.1 Objetivo

Nuestra investigación va dirigido a conocer y caracterizar los contenidos de Evolución Biológica del currículo oficial de la SEP, 2011, para escuela secundaria, en Ciencias I, así como el traslado que se hace hacia un libro de texto de la misma SEP.

Otro objetivo es conocer y caracterizar los contenidos de Evolución Biológica en el discurso de un maestro de la Facultad de ciencias, un especialista para advertir su manejo conceptual y rigor.

Con esos dos textos revisados ahora el objetivo es a partir de un criterio formal común, conocer el nivel de profundidad de la propuesta de SEP y su rigor conceptual.

2.1.2 Hipótesis

De acuerdo a lo relatado previamente, el currículo que usan los docentes que enseñan Biología en la escuela secundaria no permite que ellos tengan un dominio básico de aspectos fundamentales para la enseñanza de la Biología como la teoría de la Evolución.

Por ello nuestra hipótesis de trabajo es que el contenido conceptual del currículo formal y del texto de Biología de la SEP 2011, tiene baja densidad y omite aspectos centrales de la teoría de la evolución en aras de la accesibilidad.

La hipótesis nula será que el currículo formal y el texto de Ciencias I de SEP tienen la densidad conceptual sobre la teoría de la evolución adecuada para el nivel.

2.2 La teoría de la Evolución, aspectos generales.

Para el desarrollo de este apartado tomamos como base el texto de Ruiz y Ayala (1997), un libro que compila de forma organizada las principales teorías de la evolución (Lamarck, Darwin y sintética) y sus características.

Las teorías de la evolución biológica son recientes en el ámbito científico, si bien con anterioridad se especulaba al respecto, una organización espacio temporal, que de forma organizada intentara explicar el cambio de las especies en el tiempo y aportara un mecanismo, nace al principio del siglo XIX. Jean Baptiste Antoine Monet caballero de Lamarck, es quien crea ese primer hito en el estudio de los linajes de la vida. En 1801 en su obra *Sistema de animales sin vértebras*, llega a las nociones de variabilidad y transformación, en 1809 en su *Filosofía zoológica* expone su teoría evolucionista explica los mecanismos y leyes de la evolución, completando su esquema entre 1815 – 1822 en su colección de siete volúmenes de la *Historia natural de los animales sin vértebras* donde amplía a cuatro las dos leyes de la evolución expuestas en su obra previa.

Sus cuatro leyes son:

Uso y desuso de los órganos. Las partes que se usan más se desarrollan y viceversa. En todo animal que no ha alcanzado el término de su desarrollo, el uso más sostenido y frecuente de un órgano cualquiera lo fortifica, mientras que la falta constante de uso del mismo órgano lo debilita sensiblemente, lo deteriora, disminuye sus facultades y termina por desaparecer.

Conservación y transmisión de las modificaciones adquiridas. Todo lo que la naturaleza ha hecho adquirir o perder a los individuos con la influencia de las circunstancias, bajo el empleo predominante de un órgano o por la falta constante de su uso, lo conserva a través de generaciones a los nuevos individuos que provienen de ella, siempre que los cambios adquiridos sean comunes a los dos sexos.

Tendencia a la perfección. La vida, por fuerzas internas, tiende continuamente a aumentar volumen de cada cuerpo que la posee, e igualmente tiende a incrementar el tamaño de todas las partes del cuerpo. A ello se agrega una idea anagenésica de la evolución, perfeccionando linealmente a las especies pero, no necesariamente ramificando linajes (filogenia).

Adaptación perfecta. La producción de un nuevo órgano en el cuerpo resulta de una nueva necesidad que esta misma necesidad origina y mantiene.

En trabajos previos que han indagado sobre el saber docente respecto a la evolución biológica, en Primaria (Campos et al., 1999, Paz, 1999) Secundaria (Rico, 2008) y alumnos de universidad (Campos et al., 2002), se ha encontrado con frecuencia explicaciones sobre la evolución de la vida basadas en uno o más de las leyes de Lamarck, por ello es necesario tener presentes dichos principios.

La segunda teoría de la evolución de la vida fue elaborada por Charles Darwin en 1859. Esta fue producto de una larga preparación en geología, economía y filosofía natural, donde a partir de un trabajo de campo de cinco años en que dio la vuelta al mundo en el "Beagle", va cambiando su idea fijista de la vida hasta desarrollar una teoría, la cual reduciremos a cuatro principios:

Variabilidad. Todos los organismos son diferentes entre sí, tienen una variabilidad intrínseca los miembros de una misma población, esa variabilidad es aleatoria.

Selección natural. Es el mecanismo con el que Darwin explica la evolución es, la sobrevivencia de los organismos más aptos de una población que son capaces de dejar descendencia, heredando esa condición naturalmente adquirida a sus descendientes.

Toda variación favorable por ligera que sea, es conservada. Esta lucha se da principalmente al interior de una misma población.

Filogénesis (comunidad de descendencia). La evolución de las poblaciones permite el éxito de una especie y esta da origen a otras nuevas especies emparentadas entre sí. Al continuar este proceso hasta el inicio de la vida, toda la vida procede de un ancestro común.

Gradualismo. Los cambios de las poblaciones para formar nuevas especies son lentos, continuos y graduales.

Darwin en su obra, *El origen de las especies por medio de la selección natural*, no puede explicar cómo se producen o cuál es el origen de la variabilidad interna de las especies, así mismo carece de un elemento que le permita concretar su idea de cómo se heredan las variaciones en las poblaciones. También encontramos que no descarta la noción de la conservación y transmisión de las modificaciones adquiridas, de Lamarck, ya que no tenía argumentos para hacerlo, como sí lo hizo con las tres leyes restantes del francés. En contraste genera una teoría que hace que la visión fijista del mundo sea abandonada, y se perciba a la vida como algo en constante evolución sin un derrotero fijo, sino contingente. Por ello su teoría tiene dos fases, una aleatoria (la variación intrínseca de las poblaciones) y una dirigida, la selección natural.

En la primera mitad del siglo XX, la teoría de la evolución fue fuertemente cuestionada, el descubrimiento de los trabajos de Mendel y de la estadística aplicada al estudio de poblaciones promovió mecanismos diferentes a la selección natural para explicar la evolución. El primero movimiento, los mutacionistas, sostenían que las mutaciones eran los responsables, por si solas de la evolución de la vida, en tanto que los biometristas señalaban que los cambios en las poblaciones se podían predecir y por ende eran aleatorios, (deriva génica) abandonando el mecanismo de selección natural.

En 1937 el genetista Theodosius Dobzhansky publicó *Genética y origen de las especies*, donde se combina la selección natural y la genética mendeliana. En 1942 el zoólogo Ernst Mayr publica *Sistemática y el origen de las especies*, donde aporta una nueva

forma de entender a la taxonomía, desde un enfoque evolucionista y no lineana. Para 1950 el paleontólogo George G. Simpson aporta *Tiempo y modo de evolución*, donde encuentra que el registro fósil a pesar de su fragmentario aporte es la evidencia física de los cambios en el tiempo de los seres vivos y sus linajes. En tanto que el botánico George. L. Stebbins publica *Variación y evolución en plantas*, donde aplica la teoría de la evolución y los hallazgos recientes a las plantas, recordemos que ambas teorías las de Lamarck y Darwin ejemplifican casi exclusivamente con animales sus ideas.

Así se da forma a la teoría sintética de la evolución, que lejos de refutar a la teoría de la evolución por selección natural, la apoya y fortalece con los descubrimientos de la ciencia como; genética, genética de poblaciones, taxonomía evolucionista, poliploidía en plantas y registro fósil. Por ello la teoría sintética sigue sosteniendo la selección natural como mecanismo de evolución pero da nombre a las unidades de herencia (genes) y a la variabilidad intrínseca (mutaciones) que Darwin ni siquiera soñó.

Es hasta este punto donde los textos de biología de secundaria y el programa actual de Ciencias I, con énfasis en Biología de secundaria abordan. En sus contenidos separan las especulaciones (filosóficas) de las teorías de Lamarck y de Darwin, pero fusiona la teoría sintética (la síntesis moderna) con las ideas originales de Darwin.

En contraste deja fuera de su ámbito de estudio a las polémicas actuales sobre la teoría de la evolución, no la presenta como una teoría viva, en constante dinámica, sino como un dogma histórico. Entre los elementos que se dejan de lado está la micro evolución; el reloj molecular – neutralismo, el debate neutralsimo vs seleccionismo. En macro evolución a el equilibrio puntuado, la polémica gradualismo vs saltacionismo.

2.3 El modelo de análisis proposicional (Campos y Gaspar, 1996)

Vygotsky nos dará todo su apoyo con sus aportes al constructivismo de orientación sociocultural. Donde el lenguaje aparece como un instrumento de mediación cultural capaz de activar y regular el comportamiento, tras ser interiorizado, para que el alumno logre el aprendizaje. Sin olvidar las experiencias previas del mundo real que los alumnos poseen y que éstas experiencias las tienen organizadas de una forma particular tal que les permite explicar a su modo los hechos reales. Estos son aspectos que intentamos valorar con el manejo de un modelo de análisis que pueda ser útil a investigadores y docentes en conocer el estado y condiciones de asimilación conceptual de los alumnos con respecto a conceptos eje o claves dentro de la estructura cognitiva referida a alguna materia científica.

En el caso específico de la enseñanza de la evolución biológica, en nuestras escuelas, generalmente ésta es inefectiva debido a que el énfasis que se le da es muy pobre, lo que ocasiona que el alumno no pueda integrar estos conocimientos de manera significativa. Ausubel establece que el aprendizaje significativo sucede cuando éste puede relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe. De tal manera que si el alumno no tiene un conocimiento previo sobre determinado contenido, éste contenido carecerá de significado para él. A este hecho se eslabona el contexto social del estudiante, es decir, su interacción con el mediosocial y cultural en que se desenvuelve.

Piaget explica cómo aprenden los alumnos y la importancia de organizar actividades adecuadas para que aprendan. Sobre todo para que aprendan por ellos mismos y sean capaces de aplicar el conocimiento a situaciones nuevas; tenemos entonces que ocuparnos de cómo construyen su inteligencia. Los alumnos no sólo forman conocimientos concretos sino que adquieren sistemas para recibir información y transformarla. Más que los conocimientos concretos que posee un alumno, lo que le capacita para aprender son las formas de abordar los problemas que enfrenta cotidianamente.

Para entender los mecanismos de aprendizaje, se requiere el conocimiento del estado en que se encuentra el alumno cognoscente. Es decir, cómo va a recibir ese nuevo conocimiento con base en el bagaje de conocimientos previos que establezcan las relaciones pertinentes entre sus haberes, saberes y el nuevo conocimiento. Por lo tanto, resulta importante conocer los distintos estadios por los que pasa el alumno en su desarrollo mental.

Coll, parte del principio de que todo acto educativo implica una referencia obligada a un proceso de adquisición de saberes Entendiendo por “saberes”, tanto los contenidos específicos de las distintas áreas del aprendizaje escolar como las destrezas, normas, valores, actitudes e intereses que vinculan los sistemas educativos. Propone llamar “esquemas de conocimiento” a las representaciones que una persona posee en un momento determinado de su historia sobre una parcela de la realidad Un esquema de conocimiento puede ser más o menos rico en información y detalles; poseer un grado de organización y de coherencia interna, variable y ser más o menos válido, es decir, más o menos adecuado a la realidad. Un esquema de conocimiento comporta esquemas de acción y esquemas representativos en el sentido piagetano; los diferentes elementos que lo constituyen presentan una organización interna que puede ir desde la simple yuxtaposición hasta estructuras ordinales y jerárquicas operatorias.

El modelo de análisis proposicional MAP consiste en la adquisición de información, tanto teórica como empírica, utilizando la metodología propuesta por el Modelo de Análisis Proposicional (MAP) (Campos, Cortes y Gaspar,1999; Campos y Gaspar, 1996; Campos, Gaspar y Alucema, 2000). Este modelo se ha diseñado para identificar las ideas principales de una organización conceptual de acuerdo a su contenido lógico y conceptual, mediante el análisis de proposiciones.

En este modelo se define a la proposición como una declaración temática específica y dependiente de contexto, la cual tiene las siguientes características:

- Está formado por dos o más conceptos y una relación lógica por lo menos.
- Pertenece o es en sí misma una zona de conocimiento o formación temática, y
- 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.

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 o proceso; se reconocen en los sustantivos del discurso. Una relación lógica se define como un conjunto de palabras, generalmente una, que describe una acción.

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. 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 (Campos, Ruiz y Alucema, 1995; Alucema, 2000). Finalmente el MAP consta de los siguientes rubros a desarrollar:

- Obtención de información
- Análisis del discurso
- Análisis de correspondencia
- Análisis cualitativo de la correspondencia
- -Análisis cuantitativo de la correspondencia
- -Índices
- Clasificación de la organización conceptual

Análisis cuantitativo de la correspondencia

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. Así una proposición adecuada de conceptos y relaciones lógicas producirá un texto con la densidad suficiente para ser entendido.

La densidad por lo tanto se define como la proporción del número de conceptos, C, respecto al número de las relaciones lógicas, R: por lo tanto $d = C/R$ (Campos, 1996).

Índices, estos han sido depurados y probados en campo por los autores Miguel Ángel Campos y Sara Gaspar, así como por una serie de colaboradores (Campos, Cortés y Gaspar, 1999; Campos y Gaspar, 1996; Campos, Gaspar y Alucema, 2000).

Correspondencia conceptual: se refiere a la proporción de conceptos en correspondencia (CTS), respecto al total de conceptos en la organización conceptual criterio (CT), y se denota como: $cc = CTS/CT$.

Correspondencia relacional: proporción del número de relaciones lógicas que el maestro usa en el conjunto de conceptos en correspondencia (RSTC), respecto del total de relaciones lógicas con respecto al criterio (RTC), y se denota como: $cr = RSTC/RTC$

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

Calidad en conceptos y relaciones lógicas: los conceptos y las relaciones lógicas en una organización conceptual tiene significado solamente cuando se presentan en conjunto por las razones de estructuración discursiva. Significa, por tanto, identificar la zona de intersección de dos diferentes organizaciones conceptuales, la del maestro y la del criterio, dicha intersección se denota como: $q = (cc \cdot cr)$

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 docente. 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. Así mismo es necesario involucrar el valor de la densidad, la cual 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. 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 ($d > 2$) o muy débil ($d = 0$), que represente 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 a lo anterior se plantean las siguientes hipótesis. Sobre los valores de variación de los índices mencionados para la clasificación de organizaciones conceptuales:

Hipótesis de asimilación de conceptos: De acuerdo con los elementos teóricos anteriores, el estudiante asimila sólo una porción de los componentes conceptuales de una zona de conocimiento en condiciones regulares de aula, por lo tanto se plantea que esta porción es igual o menor a la mitad de esta 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 lo que se plantea $RSTC \leq 0.5 RTC$

Hipótesis de precisión en asimilación de los conceptos centrales en una zona determinada de conocimiento: dado que no se asimila toda una zona de conocimientos, interesa saber si sus componentes fundamentales se asimilan. Se supone que en este aspecto hay una situación igual a las anteriores. De ser así, se asimila el núcleo conceptual en forma parcial ($CSTc < CTc$), por lo tanto; $CSTc \leq 0.5 CTc$.

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. Se plantea que la densidad varía en un rango $1 \leq d \leq 2$, sin requerir componentes redundantes o no pertinentes.

2.4 Rangos para la clasificación de la organización conceptual:

Marcos conceptuales: de acuerdo a los elementos teóricos y las hipótesis anteriores, un sujeto 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 $d \leq 1.38$. Así, $cc = cr = c^3 \cdot 0.5$ y $d \leq 1.38$, $Q = [(cc \cdot cr) + c] / d^3 = [(0.5 \cdot 0.5) + 0.5] / 1.38 = 0.543$. De esta manera, el índice $Q \geq 0.543$ representa una organización conceptual fuerte. Debido a que una correspondencia perfecta ($cc = cr = 1$) y alta densidad ($d = 1$) producen un valor de $Q = 2$, podríamos esperar que el rango para marcos conceptuales sea de $0.543 \leq Q \leq 2$. 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 cuando $0.25 \leq cc = cr = c < 0.5$, con lo que $0.0625 \leq q <$, mientras que $1.38 < d \leq 2$. Los valores que producen un valor más alto de Q en este rango serían $cc = cr = c \gg 0.499$ y $d \gg 1.381$, mientras que los más bajos serían $cc = cr = c = 0.25$ y $d = 2$, por lo que el rango para marcos referenciales es de $0.156 \leq Q < 0.543$. Esto significa que una porción razonable de conceptos, entre ellos algunos centrales se han asimilado, junto con algunas formas apropiadas de conectarlos en el marco de una estructura sintáctica aceptable de conceptos y relaciones

Marcos nocionales: este tipo de organizaciones es el más pobre. Los valores que la representan son $cc = cr = c < 0.25$ y $d > 2$. El valor más alto de $Q \approx 0.155$ se da cuando los valores de estos índices se aproxima a los límites del rango superior ($cc = cr = c \approx 0.249$ y $d \approx 2.01$). 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 $cc = cr = c \approx 0$ y $d = 2$. Por lo tanto el rango para marcos nocionales es de $0 \leq Q < 0.156$.

2.5 Los contenidos de Evolución en el Programa de Ciencias I Biología de Educación Secundaria

Para esta parte del trabajo acudimos a un escrito de Paz (2009) quien expone en una conferencia aspectos elementales de la enseñanza de la ciencia y de la Evolución biológica en la educación básica en México. Se complementa la información con apoyo de un borrador no publicado aún de Martínez (2016) quien amablemente nos cedió parte de una investigación en proceso para que la tomáramos como referencia para desarrollar nuestras ideas sobre la Evolución Biológica y su enseñanza en México en la educación básica.

En el prólogo de la colección "Historia de la Biología Comparada" se nos dice que la historia de la ciencia debe tomarse en cuenta como una actividad seria y digna de ser estimulada, así mismo se pregunta ¿cuál es el valor para la ciencia de la historia de la ciencia?, la respuesta que se da, es que debe ser provechoso buscar elementos de una concepción de la ciencia e igualmente de un método de cultivo de la historia de la ciencia, entendida como una psicología de la conquista progresiva de las nociones en su contenido actual, como una puesta en forma de genealogías lógicas, y como un inventario de los obstáculos epistemológicos superados.

En particular cabe resaltar que en la historia de la Biología ocurrieron cambios de paradigmas, concepciones de mundo, modos de hacer ciencia, compromisos compartidos, o como diría Bachelard ruptura con el conocimiento anterior, o, en palabras de Foucault cambios de episteme, dentro de ellos destaca sin duda alguna la teoría de la

evolución biológica, su relevancia la podemos sopesar en su tiempo, y su influencia en nuestra actualidad, nuestra visión de mundo fue severamente sacudida dejando nuestro trono de elegidos de dios para pasar a formar parte del reino animal.

Es evidente que la historia de la ciencia no se puede entender sin contextualizar las concepciones de mundo de entonces, sus visiones filosóficas para dejar, de tajo, la idea de una progresión hacia un pensamiento más cercano a la verdad, ya que con el estudio de la historia de la ciencia nos damos cuenta de lo relativo del punto.

En esta alternativa de actualización, buscamos que el maestro reconozca la diferencia entre la herramienta y el proceso. El proceso de cambio de los seres vivos en nuestro planeta, se ha tomado como un hecho, la base de las teorías evolucionistas respecto a las fijistas es el punto, “La evolución existe” (Mayr, 1978) las causas que la producen y sobre todo los mecanismos que la explican son puntos divergentes para los evolucionistas. Las herramientas metodológicas y/o argumentativas con que se ha explicado el proceso ha variado, las “herramientas” de argumentación las ha aportado la filosofía, los evolucionistas y transformistas han interpretado desde su visión de mundo los cambios, no solo de los seres vivos en la naturaleza, sino de los hombres en sociedad.

Caso concreto es Hengels, transformista, nos da una visión y una analogía de la contingencia natural, del no fijismo y de su analogía social del proceso, Darwin, por el contrario, sin una base filosófica explícita, sino por una vivencia en un mundo ordenado en clases, no busca la explicación de este orden, sino del origen de los cambios, Darwin no se planteó indagar sobre la evolución de las cosas, sino por el origen de las especies, sus herramientas argumentativas son externas al campo biológico, se apoyan en la visión social determinista de Malthus.

Por eso se hace necesario abordar la “herramienta”, la base filosófica que nos permite explicar los procesos y por otro lado, el proceso mismo la evolución biológica, presentada aquí como el desarrollo histórico de una teoría de generación de especies. Queda claro que uno es el aparato de argumentación, y otro el estudio de una teoría.

La historia de la Biología a través de la historia ha sido entendida de acuerdo a las concepciones de mundo que se han tenido en las diferentes épocas, estas concepciones

de mundo explican la existencia del hombre y de todo lo que lo rodea de acuerdo a ideas filosóficas, las ideas más ancestrales al respecto trasladan el problema de el origen de las cosas a seres supremos, tal es el caso de las creencias judeo-cristiana, la mitología Griega, o la Cosmogonia Azteca, sólo por citar algunos casos; en todos ellos perméa el sentido creacionista, el creacionismo entonces es pariente cercano del fijismo, ambos en conjunto promueven la idea de la creación debido a fuerzas supremas y dioses, y una vez hecha la obra ha permanecido incólume, sin cambio a través del tiempo, sólo perpetuándose, pero no cambiando.

En todas las sociedades estas ideas “primitivas” han sido una constante, pero al evolucionar estas sociedades, su idea de mundo y de la explicación de su origen ha cambiado radicalmente, en ese aspecto, todas las sociedades, llegan a el sentido de causalidad y de observación lógica como base para explicar el mundo, esta forma de pensar, base del pensamiento científico, son producto de escuelas filosóficas como el Positivismo.

Es así que en sociedades en cambio como la francesa y la inglesa del siglo XIX surgen las ideas transformistas, esto es una visión que intenta explicar el origen del mundo, pero sobre todo la diversidad de formas de vida, los evolucionistas, no todos ellos materialistas, hacen una separación del conocimiento, este lo ubican en religioso o dogmático y científico, para hablar de religión el génesis o los libros guía según la religión es lo adecuado, pero para hablar de ciencia, el razonamiento y la teoría es el ideal.

En ese sentido la escuela tiene la función de dar una visión de mundo al niño que forma, si pensamos en una escuela actual de una sociedad moderna, la visión de mundo debe de ser lo más actual y moderna, asimismo se debe separar los tipos de conocimiento, el sentido común, el científico y el religioso (principio de demarcación de Popper), es aceptable que existan escuelas de religiosos que enseñen religión pero que también enseñen ciencia, sin embargo el mezclar teorías científicas con la religión, lo menos es de mal gusto.

2.6 La enseñanza de la evolución en primaria

Una de las formas en que se aborda el tema de evolución en la primaria, es por el manejo de conceptos por discurso, los conceptos son organizaciones conceptuales, niveles de concepción que pueden ser concretos, concreto - abstractos y abstractos. La evolución, cae en lo abstracto, ya que la construcción de ella se ha desligado de la experiencia inmediata e incluso ha polemizado con la realidad básica. Sin embargo, en primaria, se maneja como concreta, evidente y visible.

Debido a que el alumno de primaria construye su realidad de afuera hacia adentro, con una base sensible, se dificulta que construya la epistemología subyacente al concepto de evolución, de suyo complejo y articulada a su vez por cuatro postulados, todos ellos igual de abstractos; la idea de que todo evoluciona, que esto se da por un proceso gradual (punto en discusión debido a la teoría del equilibrio puntuado), la idea de comunidad de descendencia y la selección natural como mecanismo explicatorio (Mayr, 1978). Los puntos referidos, no son integrados por el alumno, debido a obstáculos epistemológicos como; la experiencia básica, el obstáculo verbal y el animismo, situación que es maximizada por la edad del niño.

Al respecto, Campos (1999), da cuenta de que el alumno de sexto grado de Educación primaria, logra relacionar los postulados de la teoría de la evolución enseñados por su maestro y logra dar ejemplos de ellos de manera aceptable, sin embargo la base conceptual con la que construye esto, es deficiente, de ahí que recurra frecuentemente a los aspectos descriptivos y ejemplificativos.

Sin embargo, las vivencias y el nivel de madurez cognitivo propios de su edad, no constituyen una base suficiente para construir los conceptos abstractos, propios de la evolución. De esta manera se apela a sus vivencias y referencias concretas, utilizando ejemplos que se ubican en los planos descriptivos y ejemplificativos, pero no en el explicativo, propio de la abstracción. Lo dicho anteriormente maximiza la importancia del trabajo docente para favorecer la construcción conceptual pertinente, ya que Campos denotó que la deficiencia de ello, es uno de los principales obstáculos para la construcción

del concepto de evolución por parte del alumno, consecuencia en parte de la conceptualización incompleta de los propios profesores. (Guillén, 1995, Paz, 1999, Campos, 1999)

Vemos entonces que existen dos posturas al parecer encontradas con respecto a la factibilidad de tocar y desarrollar temas complejos a temprana edad, tal como es el caso de la evolución. Por un lado, persiste la idea de que todo tema se puede construir en el niño, sin sacrificar formalidad, sólo es cuestión de desarrollar una estrategia adecuada como predice Novak, en tanto que Medin et al, (op. cit) hablan de falta de madurez cognitiva, esto es, que el sujeto presenta dificultades que le impiden construir estructuras abstractas de manera eficiente a temprana edad.

En un amplio trabajo de campo, realizado en Iztapalapa, donde se cuestionó tanto a maestros como alumnos de 6º grado sobre conceptos de evolución, desde un punto de vista descriptivo, explicativo y ejemplificativo, nos mostró que las respuestas de los alumnos se correspondieron con las respuestas de los maestros, suponiendo que el maestro contestó en su cuestionario aquello que domina y que por ende enseña a sus alumnos. Notamos que el maestro construyó cerca del 38% de los contenidos del libro de texto. De acuerdo a los datos obtenidos del cuestionario en general, esto se podría interpretar como que el maestro sólo se lleva de manera parcial del libro la temática. La respuesta de los maestros más fallada es la parte explicativa, el dilucidar el mecanismo que explica la evolución, así como en su ejemplificación, sin embargo, no es tan fuerte la falla en la pregunta número uno, referida a qué es evolución, ya que la mitad de maestros la reporta acertada.

De acuerdo a los resultados, se obtuvo que el 38% de los contenidos del libro de texto fueron fijados por el docente, lo que implicaría una falla en la preparación de la temática. Si el maestro es tomado como 100%, y el alumno fijó el 45% de conceptos vertidos en su clase sobre evolución, este porcentaje fijado es equivalente al 11.8% de ésta, un valor inferior al aceptable.

El trabajo del maestro se denotó de alta importancia en la construcción conceptual del alumno, quien adquiere el conocimiento teórico científico en la escuela, si ahí no se fija o construye, él carecerá de estos elementos para la construcción de conceptos más complejos. Tal parece que para el caso de la evolución, el niño, es capaz de articular los postulados que de manera nocional maneja el maestro, sin embargo al momento de conceptualizar el mecanismo y los ejemplos correspondientes a la evolución biológica, presenta severas fallas, debido a que carece de los bloques de construcción conceptual con los cuales pueda hacerlo, se tiene la capacidad por parte del alumno, pero requiere de un trabajo acertado por parte de los maestros. Por ello podemos decir que la construcción conceptual del niño sobre temas complejos no está alejado de su capacidad cognitiva, los datos empíricos nos dan fe de que lo que falló en la construcción del docente tiene consecuencias en los fallos detectados al alumno.

Pudimos evidenciar, que se dan casos en que incluso el niño maneja de manera más acertada los conceptos de evolución que el docente, y en su contestación es evaluado de manera negativa. Ello nos da idea de que los obstáculos que se le presenta al alumno son; Su experiencia concreta; ya que el alumno basa sus discurso, al carecer de la suficiente teoría, en sus referentes inmediatos, tal ejemplo se puede denotar de manera señalada en la construcción del concepto de evolución, el cual la mayoría de los alumnos lo construye como ontogenia. El referente inmediato del niño es su cuerpo y su entorno, pero no el tiempo geológico, aspecto que requiere del trabajo teórico por parte del maestro.

Otro obstáculo notado es el conocimiento general, la generalización la entendemos como la inducción ingenua del niño ante el desconocimiento de la complejidad de los fenómenos de estudio. La generalización surge ante la falta de argumentos teóricos que maten este concepto.

De igual forma fue notada la falta de pertinencia verbal, el maestro maneja términos y campos semánticos desligados de la significancia del niño de manera abrupta, el niño no le da el mismo significado a los significantes del maestro, tal es el caso reiterativo de la

idea de evolución, donde el docente se refiere al desarrollo de una estirpe, en tanto que el niño la entiende como el desarrollo de un individuo.

Cuando el maestro menciona, por ejemplo, muchos años, el niño no se va más allá de la historia de la sociedad (y eso sería discutible) sin embargo, se nota que no tienen la misma construcción de tiempo maestro y alumno; cuando se habla de muchos años, el niño y el maestro piensan en aspectos diferentes.

En conjunto, esta serie de obstáculos, impiden que el niño construya un concepto complejo aglutinado por varios de ellos alrededor de un núcleo, la evolución misma, que no se puede construir conceptualmente de manera pertinente sin la construcción previa de estos conceptos subordinados.

De manera gruesa se podría analogar con la construcción que el niño realiza del concepto de número, no puede darle o trabajar propiedades al número si no construye el concepto de número y este concepto a su vez no se puede construir si el niño no construye los conceptos subordinados tales como seriación, clasificación y relación uno a uno.

De igual forma el niño no puede construir el concepto de evolución si no ha construido los conceptos subordinados de; selección, adaptación, variabilidad, gradualismo (o equilibrio puntuado), tiempo geológico, cambio en el tiempo y comunidad de descendencia, aspectos todos que se aglutina al rededor del núcleo integrador, evolución.

Sólo con esos conceptos previos, podrá dar ejemplos pertinentes y argumentados, ya que estará usando las propiedades del concepto.

2.7 La enseñanza de la evolución biológica en secundaria

Tradicionalmente la teoría de la evolución biológica 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, apunto Dobzhansky (1973). 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 teórica de la evolución es la pieza fundamental de la biología. Y posee importancia científica y social indiscutible.

Esta caracterización implicaría necesariamente la inclusión de tópicos evolutivos en el curriculum de los primeros niveles de enseñanza formal de la biología en secundaria; Reiss op. cit. Sin embargo, diversas investigaciones 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 curriculum 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. En este sentido me parece que el problema de la enseñanza de la evolución en secundaria, es tanto de complejidad conceptual como de estrategias agravado esto último por fallas en la forma que se aborda.

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 biológica. Dearman y Kelly, condujeron un estudio en la secundaria inglesa en el que investigaron los conceptos que manejan 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 Dearman y Kelly 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 prevaleció 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 tuvieron 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 biológica 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 biológica 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 las pueden modificar si los maestros las conocen y diseñan didácticas 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) demostró que una proporción elevada de alumnos de secundaria aceptan conceptos de adaptación y evolución desde una perspectiva antropocéntrica y teleológica (Rico, 2008).

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. 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.

En resumen, podemos decir que la enseñanza de la evolución en educación secundaria, registran el que el alumno fija o construye su concepto de evolución de manera lamarkiana, transformista, (Guillén, 1995; Martínez, 1997), en tanto que para alumnos de primaria Campos et al., refieren (1999) que el niño construye conceptos sobre evolución relativamente pobres a nivel conceptual pero propios, produce su propia interpretación, notándose fuerte evidencia de que el niño construye su propia concepción de mundo, pero permeada fuertemente por los saberes del maestro, por ello ubicamos a este último,

como un obstáculo para la construcción adecuada del concepto de evolución cuando denota fallas conceptuales graves, situación registrada con regularidad.

2.8 Relación con la Reforma integral de la educación básica

La enseñanza de la evolución se incorporó formalmente en los planes de estudio de educación básica en los años noventa (1993), tanto en secundaria como en primaria se les incorporó tomando en cuenta el nivel de desarrollo del niño y adolescente. Para el caso de Primaria el espacio curricular destinado para el tema, era amplio y permitía desde 5° grado ir acercándose a la noción de cambio biológico y su fase superior la evolución.

En el plan de estudios de 2009 para primaria se sigue conservando la evolución como un tema central, y no puede ser de otra forma ya que es la que da sentido y orienta el contenido en general de la biología en el nivel. La importancia que revela el trato del tema de la evolución se puede observar en el programa de ciencias naturales de sexto grado; "...algunos de los temas que han tenido continuidad en los grados anteriores se integran con perspectivas amplias o se generalizan. Tal es el caso de la evolución...de esta manera el alumno recrea una visión general del universo y una perspectiva histórica de los cambios que ha tenido la vida en la tierra..." (SEP, 2009).

Dentro de la estructura del programa de sexto grado de primaria influye la evolución en la mirada que se tiene en todo el bloque II sobre "Los cambios en la vida en el planeta tierra" buscando lograr los siguientes propósitos:

Reconozca las condiciones que favorecieron el origen y el desarrollo de las diversas formas de vida en nuestro planeta.

Identifiquen algunas evidencias de que los seres vivos han cambiado a través del tiempo en la interacción constante con el ambiente.

Analicen las causas que han provocado la extinción de diversas especies de seres vivos, tanto en el pasado como en el presente.

En todo el curso de ciencias de educación primaria se intenta abonar en el desarrollo de la competencia científica en el niño a partir de que desarrolle habilidades de actitudes científicas, comunicativas y metacognitivas. Esto es lo que buscamos que el maestro desarrolle en nuestra propuesta ya que él debe de ser consciente que los comentarios y observaciones del profesor sobre las opiniones de los alumnos pueden influir en su pensamiento.

Para el caso de secundaria no varían las competencias, ya que la competencia científica es una, los elementos que aportan en su desarrollo se han llamado incluso competencias específicas y éstas son las que se evalúan de manera preferente, pero lo primordial, para el caso de la ciencia en secundaria es que se fomente el desarrollo de las competencias centrales para la ciencia; el proceso de desarrollar el pensamiento científico.

La evolución es un punto central en la propuesta del nivel, se deja de lado la organización de contenidos por niveles de organización y se parte de dividir el mundo – realidad de lo general abstracto a lo individual concreto. La evolución se vuelve el eje (implícito) del curso y formalmente es el tema de los dos primeros bloques (Biodiversidad). Tiene continuidad con el tercer ciclo de educación primaria y es muestra una intención de ver el mundo vivo a partir de este eje rector, el cambiobiológico.

La enseñanza de la evolución es un tema complejo, sin importar el nivel educativo en que se aborde se tendrán dificultades para su construcción como han mostrado una serie de investigaciones sobre su enseñanza en todos los niveles (vea Campos, 1995), Esas dificultades se suman a la pobre formación básica y continua que reciben los maestros de educación básica para impartir dicho tema de ahí que no sea sorprendente que se maneje de forma fallida e incluso deformando los conceptos claves de la evolución biológica, a pesar de que no se pide que se vean los avances y polémicas actuales sobre el tema, sino la base de la teoría sintética, el darwinismo.

Si bien existen serias deficiencias no debe dejarse de ver el tema en educación básica porque, el Estado laico tiene como uno de sus principales bastiones a la enseñanza de la ciencia en la educación básica, además que la teoría de la evolución rebasa el ámbito de

lo disciplinar para ser parte de la cultura de una sociedad lo que la hace infaltable en una educación básica. Se debe tomar en cuenta que la teoría de la evolución no se logrará construir en educación básica en los niños, sin embargo no se debe de perder de vista que aspectos como el tiempo, el espacio, el cambio y la clasificación son fundamentales para lograr una construcción acertada del núcleo de la evolución, el cambio biológico como producto de la variación intrínseca de los sistemas vivos, en tiempo lejano.

2.9 Contenidos de Evolución en el Programa de ciencias I

Propósitos de la enseñanza de la ciencia en secundaria

- Valoren la ciencia como una manera de buscar explicaciones, en estrecha relación con el desarrollo tecnológico y como resultado de un proceso histórico, cultural y social en constante transformación.
- Participen de manera activa, responsable e informada en la promoción de su salud, con base en el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano y de la cultura de la prevención.
- Practiquen por iniciativa propia acciones individuales y colectivas que contribuyan a fortalecer estilos de vida favorables para el cuidado del ambiente y el desarrollo sustentable.
- Avancen en el desarrollo de sus habilidades para representar, interpretar, predecir, explicar y comunicar fenómenos biológicos, físicos y químicos.
- **Amplíen su conocimiento de los seres vivos, en términos de su unidad, diversidad y evolución.**
- Expliquen los fenómenos físicos con base en la interacción de los objetos, las relaciones de causalidad y sus perspectivas macro y microscópica.

- Profundicen en la descripción y comprensión de las características, propiedades y transformaciones de los materiales, a partir de su estructura interna básica.
- Integren y apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para proponer soluciones a situaciones problemáticas de la vida cotidiana. (SEP, 2011, 14).

El papel del docente La aplicación del enfoque requiere:

- Considerar al alumno como el centro del proceso educativo y estimular su autonomía.
- Familiarizarse con las intuiciones, nociones y preguntas comunes en las aproximaciones infantiles y adolescentes al conocimiento de los fenómenos y procesos naturales.
- Asumir que la curiosidad infantil y adolescente es el punto de partida del trabajo docente, por lo que debe fomentarse y aprovecharse de manera sistemática.
- Propiciar la interacción dinámica del alumno con los contenidos y en los diversos contextos en los que se desenvuelve, a partir del trabajo con sus pares.
- Crear las condiciones y ofrecer acompañamiento oportuno para que sean los alumnos quienes construyan sus conocimientos.
- Reconocer que el entorno natural inmediato y las situaciones de la vida cotidiana son el mejor medio para estimular y contextualizar el aprendizaje.
- Aprovechar diversos medios educativos que estén a su alcance y permitan ampliar el estudio de las ciencias: museos, zoológicos, instituciones de salud, organizaciones de la sociedad civil, así como las tecnologías de la información y la comunicación, entre otros. (SEP, 2011, 22)

En estos principios del trabajo docente para el logro de los propósitos no encontramos nada que aluda al manejo conceptual del contenido por parte del docente, esto tiene mucho sentido pues se parte de que el maestro es especialista en dicha área.

Ámbitos

Los contenidos de Ciencias Naturales en la Educación Básica se organizan en torno a cinco ámbitos que remiten a campos de conocimiento clave para la comprensión de diversos fenómenos y procesos de la naturaleza:

- Desarrollo humano y cuidado de la salud.
- Biodiversidad y protección del ambiente.
- Cambio e interacciones en fenómenos y procesos físicos.
- Propiedades y transformaciones de los materiales.
- Conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad.

Los ámbitos se presentan con preguntas cuyo propósito es abrir el horizonte de cuestionamientos que los propios alumnos, con apoyo de los docentes, habrán de enriquecer. Estas preguntas podrán funcionar como detonadoras para el aprendizaje y favorecer la recuperación de los conocimientos previamente adquiridos; de igual manera, las preguntas están planteadas para permitir niveles de aproximación progresiva a lo largo de la Educación Básica, y la búsqueda de respuestas durante el estudio de las temáticas de cada bloque permite establecer relaciones entre los distintos ámbitos, lo que favorece una visión integral de las ciencias. (SEP, 2011, 29)

Por lo que respecta al ámbito II, tenemos:

Biodiversidad y protección del ambiente ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos?

Alude a la comprensión de las características de los seres vivos, sus interacciones en el ambiente, su cambio a lo largo del tiempo y el reconocimiento del valor y la importancia de la biodiversidad para contribuir a su protección en la perspectiva del desarrollo sustentable. En este tenor, el estudio del ámbito promueve la construcción de conocimientos básicos acerca de las características, los procesos y las interacciones que distinguen a los seres vivos, mediante el análisis comparativo de las funciones vitales: nutrición, respiración y reproducción, y las inferencias.

Desde esta perspectiva, se plantea el reconocimiento de semejanzas o unidad y diferencias o diversidad de la vida. El análisis de estos procesos se asocia a la elaboración

de explicaciones acerca de la existencia de seres vivos en diferentes ambientes; lo que permite acercarse a la noción de evolución en términos de cambio y adaptación en las características y funciones vitales, con base en las evidencias del registro fósil y en la diversidad de los seres vivos actuales. (SEP, 2011, 30)

El ámbito sigue desarrollando otros aspectos para hacer del alumno una persona informada que pueda participar de decisiones que afectan su vida en sociedad e individual, sin embargo es en este tramo presentado que se define la importancia del estudio de la Biología evolutiva.

Recordemos que la enseñanza de la ciencia en Secundaria está dividido en tres partes, Ciencias I, II y III, cada uno abordando una disciplina, así I se refiere a Biología, II se refiere a Física y III se refiere a Química. La organización del currículo sigue la competencia científica de PISA y se articula de forma similar a esta por ello atiende ámbitos y en ellos contenidos específicos. Los ámbitos en nuestro caso de interés los seres vivos, el entorno donde se desarrollan y su relación con la sociedad son atendidos en Ciencias I, dividido por unidades, es en la unidad I donde se aborda la Evolución y Biodiversidad.

Bloque I. La biodiversidad: resultado de la evolución

El bloque inicia con el análisis comparativo de las funciones de nutrición, respiración y reproducción, desde lo más familiar y conocido para los alumnos que es el cuerpo humano, orientado a reconocer la unidad y diversidad de los seres vivos. La perspectiva se amplía para dar continuidad al estudio de la interdependencia de la vida en la dinámica de los ecosistemas, en términos de las transformaciones de materia y energía debidas a las interacciones entre los seres vivos y el ambiente en las cadenas alimentarias, los ciclos del agua y del carbono. El acercamiento al proceso evolutivo se plantea a partir de las nociones de adaptación y sobrevivencia diferencial como base para explicar la diversidad de la vida.

En cuanto a la relación entre la ciencia y la tecnología se destacan los aportes de las culturas indígenas al conocimiento de la diversidad biológica; se plantea el estudio del desarrollo histórico del microscopio y sus implicaciones en el conocimiento de los seres

vivos y la salud. En particular, se estimula la práctica del escepticismo informado con base en el cuestionamiento de ideas falsas acerca del origen de algunas enfermedades causadas por microorganismos. Todo lo anterior ofrece elementos para reflexionar en torno a la visión contemporánea de la ciencia.

Al final del bloque se plantean preguntas opcionales para el desarrollo del proyecto, que enfatizan la formulación de preguntas y la organización de las actividades y estrategias para buscar respuestas mediante el trabajo colaborativo. (SEP, 2011, 38)

Esquemáticamente el programa presenta los aprendizajes esperados y su relación con los contenidos de la siguiente forma:

Bloque I. La biodiversidad: resultado de la evolución

Competencias que se favorecen:

Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica

- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención
 - Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos
- Aprendizajes esperados
- Contenidos
- Se reconoce como parte de la biodiversidad al comparar sus características con las de otros seres vivos, e identificar la unidad y diversidad en relación con las funciones vitales.
 - Representa la dinámica general de los ecosistemas considerando su participación en el intercambio de materia y energía en las redes alimentarias y en los ciclos del agua y del carbono.
 - Argumenta la importancia de participar en el cuidado de la biodiversidad, con base en el reconocimiento de las principales causas que contribuyen a su pérdida y sus consecuencias.

Los contenidos que permitirán el logro de los aprendizajes son:

El valor de la biodiversidad

- Comparación de las características comunes de los seres vivos.
- Representación de la participación humana en la dinámica de los ecosistemas.
- Valoración de la biodiversidad: causas y consecuencias de su pérdida.
- Identifica el registro fósil y la observación de la diversidad de características morfológicas de las poblaciones de los seres vivos como evidencias de la evolución de la vida.
- Identifica la relación de las adaptaciones con la diversidad de características que favorecen la sobrevivencia de los seres vivos en un ambiente determinado. Importancia de las aportaciones de Darwin
- Reconocimiento de algunas evidencias a partir de las cuales Darwin explicó la evolución de la vida.
- Relación entre la adaptación y la sobrevivencia diferencial de los seres vivos. (SEP, 2011, 42)_____

El Bloque I no es la única que aporta en el conocimiento de la evolución biológica, como ámbito atraviesa todas las unidades y está presente en cada una de ellas con el nombre de “Biodiversidad como resultado de la evolución: relación ambiente, cambio y adaptación”. Así encontramos contenidos de cada unidad relacionados o explicados desde el enfoque evolutivo, así el tema de evolución trasciende de ser un apartado a un enfoque.

En el Bloque II La nutrición como base para la salud y la vida tiene los siguientes aprendizajes esperados y contenidos:

Aprendizajes esperados:

- Argumenta la importancia de las interacciones entre los seres vivos y su relación con el ambiente, en el desarrollo de la diversidad de adaptaciones asociadas con la nutrición.
- Explica la participación de los organismos autótrofos y los heterótrofos como parte de las cadenas alimentarias en la dinámica de los ecosistemas.

Contenidos

Biodiversidad como resultado de la evolución: relación ambiente, cambio y adaptación

- Análisis comparativo de algunas adaptaciones relacionadas con la nutrición.
- Valoración de la importancia de los organismos autótrofos y heterótrofos en los ecosistemas y de la fotosíntesis como base de las cadenas alimentarias. (SEP, 2011, 43)

En el Bloque III, La respiración y su relación con el ambiente y la salud tenemos:

Aprendizajes esperados:

- Identifica algunas adaptaciones de los seres vivos a partir del análisis comparativo de las estructuras asociadas con la respiración.
- Explica algunas causas del incremento del efecto invernadero, el calentamiento global y el cambio climático, y sus consecuencias en los ecosistemas, la biodiversidad y la calidad de vida.
- Propone opciones para mitigar las causas del cambio climático que permitan proyectar escenarios ambientales deseables.

Contenidos:

Biodiversidad como resultado de la evolución: relación ambiente, cambio y adaptación

- Análisis comparativo de algunas adaptaciones en la respiración de los seres vivos.
- Análisis de las causas del cambio climático asociadas con las actividades humanas y sus consecuencias.
- Proyección de escenarios ambientales deseables. (SEP, 2011, 44)

En la unidad IV Reproducción y continuidad de la vida, se vuelve a tocar el tema pero desde lo que actualmente se conoce como teoría sintética, enfatizando en la reproducción diferencias y sus explicaciones desde la genética aspecto que Darwin no aborda en su texto. Los aprendizajes esperados y sus contenidos son:

Aprendizajes esperados:

- Argumenta la importancia de las interacciones entre los seres vivos y su relación con el ambiente en el desarrollo de diversas adaptaciones acerca de la reproducción.
- Explica semejanzas y diferencias básicas entre la reproducción asexual y sexual.
- Identifica la participación de los cromosomas en la transmisión de las características biológicas.

Contenidos:

Biodiversidad como resultado de la evolución: relación ambiente, cambio y adaptación.

- Análisis comparativo de algunas adaptaciones en la reproducción de los seres vivos.
- Comparación entre reproducción sexual y reproducción asexual.
- Relación de cromosomas, genes y ADN con la herencia biológica. (SEP, 2011, 45)

En el Bloque V que es integrador se pretende desarrollar un proyecto o al menos productos que relacionen lo aprendido con su realidad social e inmediata del alumno, evolución ya no es vista como tal y sólo tiene aspectos de evolución social y cambio climático no así de la teoría de la evolución pura.

Al concentrar los contenidos de evolución biológica de Ciencias I tenemos una agradable sorpresa pues no sólo son más de los que se plantea en el desarrollo del ámbito II, sino que se vuelve un enfoque y atraviesa idealmente los cinco Bloques, incrementándose los contenidos y dando lo que Beltrán llamó enfoque Biologicista evolutivo, es decir cada tema se ve a los ojos de la evolución, para que la Biología como Ciencia responda al principio de DObzhansky Nada tiene sentido en Biología si no es a los ojos de la evolución.

Tabla 2 bloque en ciencias I

Contenidos totales:

Bloque	Ámbito: Biodiversidad como resultado de la evolución: relación ambiente, cambio y adaptación
I La biodiversidad resultado de la evolución	<p>El valor de la biodiversidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparación de las características comunes de los seres vivos. • Representación de la participación humana en la dinámica de los ecosistemas. • Valoración de la biodiversidad: causas y consecuencias de su pérdida. • Identifica el registro fósil y la observación de la diversidad de características morfológicas de las poblaciones de los seres vivos como evidencias de la evolución de la vida. • Identifica la relación de las adaptaciones con la diversidad de características que favorecen la sobrevivencia de los seres vivos en un ambiente determinado. Importancia de las aportaciones de Darwin • Reconocimiento de algunas evidencias a partir de las cuales Darwin explicó la evolución de la vida. • Relación entre la adaptación y la sobrevivencia diferencial de los seres vivos. (SEP, 2011, 42)
II La nutrición como base para la salud y la vida	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis comparativo de algunas adaptaciones relacionadas con la nutrición. • Valoración de la importancia de los organismos autótrofos y heterótrofos en los ecosistemas y de la fotosíntesis como base de las cadenas alimentarias. (SEP, 2011, 43)
III La respiración y su relación con el ambiente y la salud	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis comparativo de algunas adaptaciones en la respiración de los seres vivos. • Análisis de las causas del cambio climático asociadas con las actividades humanas y sus consecuencias. • Proyección de escenarios ambientales deseables. (SEP, 2011, 44)
IV La reproducción y la continuidad de la vida	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis comparativo de algunas adaptaciones en la reproducción de los seres vivos. • Comparación entre reproducción sexual y reproducción asexual. • Relación de cromosomas, genes y ADN con la herencia biológica. (SEP, 2011, 45)

2.10 Metodología (criterios para comparar los contenidos de la SEP. Y de la facultad de ciencias de la UNAM).

Para el trabajo de análisis curricular se empleó el Modelo de Análisis proposicional (MAP) como base pero sólo se ocuparon fragmentos de él, El MAP tiene tres elementos, el descriptivo, el explicativo y el ejemplificativo. Estos tres puntos son rescatados pero no así sus índices. El MAP tiene una forma de trabajo que requiere la construcción de mapas conceptuales a partir de discursos, estos se dividen en proposiciones. Para poder saber la organización de un discurso y su calidad, se requiere de un mapa criterio, este es elaborado por un experto.

El mapa criterio fue elaborado por un grupo de Profesores de la UNAM, Facultad de Ciencias licenciatura de Biología. El mapa del currículo de la SEP se elaboró a partir del discurso de la SEP, reflejado en un libro de texto elaborado por ella misma. El libro de Ciencias I Biología de Secundaria, SEP 2011.

Con la finalidad de corroborar el rigor de los discursos de Evolución biológica en el libro de texto de la SEP 2011 y el discurso de los maestros de Biología, se empleó lo que llamamos un criterio común o erudito, este fue el de Ernst Mayr, uno de los cuatro artífices de la teoría sintética de la evolución.

El MAP tiene una forma de organizar el acceso a la información a partir de la descomposición de las proposiciones en Conceptos y relaciones, este será el primer paso con el discurso de la SEP, una vez con esa descomposición se realiza un mapa conceptual, estos tienen una organización por conceptos que al ser relacionados con otros de otras proposiciones se convierte en núcleo conceptual, así un mapa se puede valorar por su cantidad de concepto relaciones pero sobre todo por sus núcleos conceptuales. En este caso se valorarán los discursos empujando los núcleos conceptuales de SEP 2011, Facultad de ciencias y Mayr. Con esos datos se realizará un análisis de los resultados.

Capítulo 3

Resultados

Los resultados se organizaron y trataron según los pasos que marca el MAP, el primer paso fue valorar el discurso que sería tomado como criterio, para ello se tomó como referencia el tema de Evolución del libro de Ciencias¹ Biología de la SEP, elaborado para escuela telesecundaria, es importante recalcar que se usó este libro porque es editado por la SEP por ende tiene el discurso aprobado y elaborado por la misma secretaría.

Posteriormente se trataron los discursos, se construyeron los mapas y se calcularon los valores según los índices referidos por el MAP para su tratamiento, en primer caso para el mapa criterio basado en el discurso de la SEP. Posteriormente se hizo lo mismo para los docentes que contestaron el cuestionario (de una pregunta), donde se les preguntó Diga que es la evolución biológica, los resultados concentrados se tabularon para su mejor lectura, estos fueron la base para el análisis de los maestros.

3.1 Criterio común, aspectos teóricos básicos de la evolución según Ernst Mayr

La combinación de la teoría de la evolución de Charles Darwin (1809-1882) con los principios de la genética mendeliana se conoce como la síntesis neodarwiniana o la teoría sintética de la evolución. Esta teoría intenta relacionar la teoría de la evolución con la paleontología, la sistemática y la genética. Los principales representantes de las síntesis fueron el genetista Theodosius Dobzhansky (1900-1975), el zoólogo Ernst Mayr (1904-2005), el paleontólogo George G. Simpson (1902-1984) y el botánico George Ledyard Stebbins, todos ellos de los Estados Unidos, y el zoólogo Julian Huxley (1887-1975) de Inglaterra.

Dobzhansky propuso que la evolución puede percibirse como un cambio de frecuencias génicas en el seno de una población. Mayr propuso, en su libro *Sistemática y origen de las especies*, dos nociones que permiten comprender cómo se forman las nuevas especies: el concepto biológico de especie y el modelo de especiación geográfica. Simpson aplicó a los fósiles las ideas de Dobzhansky sobre la evolución. Para los defensores de la teoría sintética, la evolución de las especies resulta de la interacción entre la variación genética que se origina en la recombinación de alelos y las mutaciones, y la selección natural. Huxley, hijo de Thomas "el bulldog" de Darwin y hermano del escritor Aldous, propuso en 1942 el término "síntesis". Durante los pasados 60 años, la teoría sintética ha dominado el pensamiento científico acerca del proceso de evolución y ha sido enormemente productora de nuevas ideas y nuevos experimentos, a medida que los biólogos trabajaban para desentrañar los detalles del proceso evolutivo.

Algunos aspectos de la teoría sintética fueron puestos en tela de juicio recientemente, en parte como resultado de nuevos avances en el conocimiento de los mecanismos genéticos producidos por los rápidos progresos en biología molecular y, en parte, como resultado de nuevas evaluaciones del registro fósil. Sin embargo, las controversias actuales, que se refieren principalmente al ritmo y a los mecanismos del cambio macro evolutivo y al papel desempeñado por el azar en la determinación de la dirección de la evolución, no afectan a los principios básicos de la teoría sintética. En cambio, prometen proporcionarnos una comprensión mayor que la actual acerca de los mecanismos evolutivos.

Ernst Mayr define al darwinismo como una concepción opuesta al finalismo que otorga a la selección natural un papel importante en la evolución, como una nueva visión del mundo, como anti creacionismo y como nueva metodología. Según Mayr las especies

además de constituir las unidades básicas de clasificación representan también las unidades básicas de la evolución.

Las teorías que Mayr señala como fundamentales para comprender y dar sentido a la teoría de la evolución son cinco:

1. La evolución como modo de desenvolverse la vida en el tiempo. Los seres vivos están cambiando todo el tiempo, no fueron creados recientemente ni son iguales a sus antecesores.

2. El origen común de las especies. Todos los conjuntos de organismos descienden de un antecesor común, así todas las especies vivas remontan su origen a la creación de la Tierra.

3. La diversificación de estas especies por cambios genéticos y geográficos. La manera en que unas especies no son iguales a otras se debe a los cambios geográficos de sus antepasados, así como la combinación genética que han sufrido para sobrevivir a diferentes entornos.

4. El gradualismo del cambio evolutivo. La evolución se lleva a cabo mediante pequeños cambios en las poblaciones y no de manera repentina y de gran magnitud de una generación a otra.

5. La selección natural. El cambio evolutivo se produce a través de la producción abundante de variación genética en cada generación, de la cual se desprenden los individuos más capaces para explotar los recursos que tiene a la mano, pues ellos son los que más oportunidad tiene de dejar descendencia.

Estos serán los que tomaremos como núcleos conceptuales de referencia o criterio común:

Tabla 3 criterios

Comunidad de descendencia
Especiación
Evolución
Gradualismo
Selección natural

3.2 Mapa conceptual del Texto de la Secretaria de Educación Publica (SEP) 2011.

El discurso que se presenta en el libro de texto referido de forma extendida se ofrece, de él se desprendieron las partes del texto que fueron relevantes para el trabajo de investigación. La densidad de la información nos da idea de que aún en versiones reducidas el discurso sobre la Teoría de la evolución es complicado, pero tiene núcleos conceptuales claros que nos permiten articular un mapa conceptual claro y desde luego un referente confiable.

Primeramente se presenta el texto tal como se presenta en la unidad referida a evolución, como hemos dicho este referente es un texto elaborado por la SEP y no un libro comercial. En el texto se aprecia el discurso iconográfico acorde al lector y que al mismo tiempo que atraen la atención del alumno ejemplifica de forma gráfica lo dicho en el texto. Este recurso asociacionista heredero de la tradición de Comenio, divide el tema en tres grandes fichas tituladas: Somos diferentes, las diferencias nos permiten sobrevivir y a qué se debe la evolución. Dentro de ello se tocas conceptos centrales para la teoría de la evolución de forma sintetizada como son: variabilidad, adaptación, selección natural, selección artificial y gradualismo.

Los conceptos centrales coinciden los teóricos como Mayr, Ayala y Ruiz para organizar lógicamente la teoría de la evolución para su comprensión desde el darwinismo.

Primero presentamos los discursos tal como se presentan en el libro de texto:

Figura 2 libro de texto SEP.

Un águila y un cocodrilo son diferentes; también lo son un helecho y una palmera. Además de que existen diferencias entre las especies, ¿hay diferencias entre una hermana gemela y otra? ¿Entre una oveja y otra? La respuesta es sí, aunque no nos parezca evidente. Los organismos de una misma especie son naturalmente distintos entre sí, pues presentan diferentes formas para una misma característica.

Muchas son las características que varían en una especie. Por ejemplo, en cuanto al color, las ovejas presentan distintas tonalidades de gris o café, llegando a ser negras o blancas.

En los seres humanos existen muchas diferencias, como en el tamaño, hay personas altas y bajas; en la pigmentación de la piel, hay blancas y morenas; o en la cantidad de grasa corporal, hay delgadas y robustas. Estas pequeñas variantes en las características de un organismo pueden aumentar las posibilidades de que dicho organismo sobreviva en determinado ambiente.



La variación en los seres humanos nos resulta fácil de identificar porque no hay dos seres humanos iguales. Aunque sean gemelos, siempre habrá diferencias entre uno y otro. De la misma manera, al contemplar las ovejas o los chiles jalapeños muy de cerca, veremos que, por ejemplo, no tienen el mismo tamaño ni el mismo color.

Figura 3 libro texto SEP.



El color del pelaje en los osos y la gruesa capa de grasa les permite sobrevivir y aprovechar las recursos disponibles en su ambiente.

Un ejemplo de adaptación es la velocidad que desarrollan los felinos, como los gatos, para atrapar a sus presas y alimentarse. De entre las características que varían en un grupo de organismos, permanecen aquellas que representan ventajas para que los organismos logren reproducirse y dejar descendencia. Sin embargo, si las condiciones del ambiente cambian, las características que se seleccionan y que permanecen en el conjunto de organismos de la población pueden ser otras.



Otro ejemplo de adaptación es la migración de las mariposas Monarca desde Canadá hasta nuestro país. Si las mariposas pasaran el invierno en Canadá, no sobrevivirían por las bajas temperaturas.



Sabías que...

Desde el comienzo de la civilización, los agricultores y los ganaderos han buscado "mejorar" algunas de las características de los cultivos y del ganado. La selección artificial es uno de los métodos más antiguos para mejorar las características de organismos que tienen utilidad para el ser humano. Un ejemplo de selección artificial ocurre cuando un agricultor elige las mejores semillas de una cosecha para sembrar el año siguiente. Así, generación tras generación, los cultivos se adaptan más a las condiciones del lugar y se seleccionan las características específicas que el agricultor elige.

figura 4 libro de texto SEP.

¿Las diferencias nos permiten sobrevivir?

Los organismos de una especie son distintos entre sí, ya que presentan características diferentes o variación; al conjunto de estas variaciones se le llama variación disponible en una población.

Sólo los individuos con variaciones que les permitan aprovechar los recursos en un determinado ambiente, que soportan condiciones de temperatura y humedad, y que logran reproducirse, transmitirán estas características a la siguiente generación. A este proceso se le conoce como **selección natural** y ocurre al azar.

Los organismos que no tienen estas características se encuentran en desventaja para aprovechar los recursos del medio, no sobreviven y, por tanto, mueren sin dejar descendientes y sus características se pierden paulatinamente.

Las características que ayudan a los organismos a satisfacer sus necesidades básicas, a sobrevivir y a reproducirse en el ambiente en el que viven, se conocen con el nombre de **adaptaciones**.

Consulta tu diccionario para encontrar el significado de palabras como variación.

Adaptaciones: Son características que ayudan a los organismos a sobrevivir, al satisfacer sus necesidades. Pueden ser estructurales o de comportamiento.

Selección natural: Es el mecanismo que permite supervivencia y reproducción de los organismos mejor adaptados.

¿A qué se debe la evolución?

Al realizar sus viajes por distintas partes del mundo, Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russell Wallace (1823-1913) llegaron a convencerse de que las especies están relacionadas unas con otras.

Por ejemplo, en las islas Galápagos, situadas frente a la costa de Ecuador, Darwin observó especies como el caso de unas aves llamadas pinzones, que son muy similares entre sí, pero que difieren en algunas características, como la forma de sus picos.



Las variaciones en los picos de los pinzones están relacionadas con el tipo de alimento que consumen. La forma del pico se considera una adaptación al medio.

Figura 5 libro de texto SEP.



Evolución
continúa
creando y
modificando
su medio

En las islas Galápagos hay gran variedad de reptiles con diferentes formas y tamaños.

Darwin llegó a la siguiente conclusión: En el pasado, una especie de pinzones llegó a la isla; con el paso del tiempo y debido a la acción de la selección natural, se desarrollaron nuevas especies de pinzones, cada una adaptada a diferentes condiciones del medio, en este caso, el tipo de alimento disponible.

La **evolución** consiste en cambios a lo largo de varias generaciones, en el comportamiento o en las características físicas de una especie, que le permiten adaptarse a un determinado ambiente. La evolución ocurre por la acción de distintos mecanismos, entre ellos, la selección natural.

La teoría completa de Darwin se publicó en 1859, en un libro llamado *El origen de las especies por medio de la selección natural*. Lo curioso es que Wallace, por su lado, llegó a conclusiones similares después de sus viajes.

La adaptación progresiva de organismos a las distintas condiciones del medio ha provocado, a lo largo de muchos siglos, una enorme biodiversidad.



Somos diferentes.

Los organismos de una misma especie son naturalmente distintos entre sí, pues presentan diferentes formas para una misma característica. Muchas son las características que varían en una especie. Estas pequeñas variantes en las características de los organismos puede aumentar la posibilidad de que dichos organismo sobreviva en determinado ambiente.

¿Las diferencias nos ayudan a sobrevivir?

Sólo los individuos con variaciones que les permitan aprovechar los recursos en un determinado ambiente, y que logran reproducirse, transmitirán esas características a la siguiente generación. A este proceso se le conoce como selección natural y ocurre al azar. Los organismos que no tienen estas características se encuentran en desventaja para aprovechar los recursos del medio, no sobreviven y por tanto muere, sin dejar descendientes y sus características se pierden paulatinamente.

(Adaptaciones) son las características que ayudan a los organismos a satisfacer sus necesidades básicas a sobrevivir y a reproducirse en el ambiente en el que viven, permanecen aquellas que representan ventajas para que los organismos logren reproducirse y dejar descendencia.

La selección artificial es uno de los métodos más antiguos para mejorar las características de organismos que tienen utilidad para el ser humano.

A qué se debe la evolución

Darwin llegó a la siguiente conclusión: La evolución consiste en cambios a lo largo de varias generaciones, en el comportamiento o características físicas de una especie, que le permiten adaptarse a un determinado ambiente. La evolución ocurre por la acción de distintos mecanismos, entre ellos la selección natural.

La teoría de Darwin se publicó en 1859 en un libro llamado El origen de las especies por medio de la selección natural Wallace por su lado llegó a conclusiones similares. La adaptación progresiva de organismos a las distintas condiciones del medio ha

provocado, a lo largo de muchos siglos una enorme biodiversidad (SEP, 2011, pp. 122 – 134)

Detección de **conceptos**, y relaciones (conectores)

Somos diferentes

Los organismos de una misma especie son naturalmente distintos entre sí, pues presentan diferentes formas para una misma característica. Muchas son las características que varían en una especie. Estas pequeñas variantes en las características de los organismos puede aumentar la posibilidad de que dicho organismo sobreviva en determinado ambiente.

¿Las diferencias nos ayudan a sobrevivir?

Sólo los individuos con variaciones que les permitan aprovechar los recursos en un determinado ambiente, y que logran reproducirse, transmitirán esas características a la siguiente generación. A este proceso se le conoce como selección natural y ocurre al azar. Los organismos que no tienen estas características se encuentran en desventaja para aprovechar los recursos del medio, no sobreviven y por tanto muere, sin dejar descendientes y sus características se pierden paulatinamente.

(Adaptaciones) son las características que ayudan a los organismos a satisfacer sus necesidades básicas a sobrevivir y a reproducirse en el ambiente en el que viven, permanecen aquellas que representan ventajas para que los organismos logren reproducirse y dejar descendencia.

La selección artificial es uno de los métodos más antiguos para mejorar las características de organismos que tienen utilidad para el ser humano.

A qué se debe la evolución

Darwin llegó a la siguiente conclusión: La evolución consiste en cambios a lo largo de varias generaciones, en el comportamiento o características físicas de una especie, que le permiten adaptarse a un determinado ambiente. La evolución ocurre por la acción de distintos mecanismos, entre ellos la selección natural.

La teoría de Darwin se publicó en 1859 en un libro llamado El origen de las especies por medio de la selección natural Wallace por su lado llegó a conclusiones similares. La adaptación progresiva de organismos a las distintas condiciones del medio ha provocado, a lo largo de muchos siglos una enorme biodiversidad.

Tabla 4. Tabulación de Relaciones y conceptos de las proposiciones articuladas por cinco organizadores en el discurso oficial del libro Ciencias I de la SEP para escuela secundaria.

<u>Relaciones</u>	<u>Conceptos</u>	<u>Organizadores</u>
<u>1 Los</u> <u>2 de</u> <u>3 son</u> <u>4 pues unas</u> <u>5 son las</u> <u>6 que</u> <u>7 en una.</u> <u>8 Estas</u> <u>9 de los</u> <u>10 la</u> <u>12 de que</u> <u>11 dicho</u> <u>13 en</u>	1 organismos 2 una misma especie 3 naturalmente distintos entre sí, 4 presentan diferentes formas para 5 misma característica. 6 Muchas 7 características 8 varían 9 especie 10 pequeñas variantes características 11 organismos 12 puede aumentar 13 posibilidad 14 organismo 15 sobreviva 16 determinado ambiente	<i>Somos diferentes</i>
<u>14 Sólo los</u> <u>15 con</u> <u>16 que les</u> <u>17 los</u> <u>18 en un,</u> <u>19 y que</u> <u>20 esas</u> <u>21 a la.</u> <u>22 A este</u> <u>23 se le</u> <u>24 como</u> <u>25 y</u> <u>26 al.</u>	17 Individuos 18 Variaciones 19 permitan aprovechar 20 recursos 21 determinado ambiente 22 logran reproducirse, 23 transmitirán 24 características 25 siguiente generación 26 proceso 27 conoce 28 selección natural 29 ocurre 30 azar	<i>¿Las diferencias nos ayudan a sobrevivir?</i>

<p><u>27 Los</u> <u>28 que</u> <u>29 se</u> <u>30 en</u> <u>31 para</u> <u>32 los</u> <u>33 del,</u> <u>34 y por tanto,</u> <u>35 y</u></p> <p><u>35 sus</u> <u>36 se.</u></p>	<p>31 organismos 32 no tienen estas características 33 encuentran 34 desventaja 35 aprovechar 36 recursos 37 medio 38 no sobreviven 39 muere 40 sin dejar descendientes 41 características 42 pierden 43 paulatinamente</p>	
<p><u>37 son las</u> <u>38 que</u> <u>39 a los</u> <u>40 a</u> <u>41 sus</u> <u>42 a</u> <u>43 y a</u> <u>44 en el</u> <u>45 en el que</u></p> <p><u>46 que</u> <u>47 para que los</u> <u>48 y</u> <u>49 La</u> <u>50 es uno de los</u> <u>51 para</u> <u>52 las</u> <u>53 de</u> <u>54 que</u> <u>55 para</u></p>	<p>44 Adaptaciones 45 características 46 ayudan 47 organismos 48 satisfacer 49 necesidades básicas 50 sobrevivir 51 reproducirse 52 ambiente 53 viven, 54 permanecen aquellas 55 representan ventajas 56 organismos logren reproducirse 57 dejar descendencia. 58 selección artificial 59 métodos más antiguos 60 mejorar 61 características 62 organismos 63 tienen utilidad 64 el ser humano.</p>	<p><i>Adaptación</i></p>
<p><i>Darwin</i> <u>56 llegó a la</u> <u>siguiente conclusión</u> <u>57 consiste en</u> <u>58 a</u> <u>59 de</u> <u>60 en el</u> <u>61 o</u> <u>62 de una</u> <u>63 que le</u></p>	<p>65 La evolución 66 cambios 67 lo largo 68 varias generaciones, 69 comportamiento 70 características físicas 71 especie, 72 permiten adaptarse</p>	<p><i>A qué se debe la evolución</i></p>

<u>64 a un</u> <u>65 por la</u> <u>66 de</u> <u>67 entre ellos</u>	73 determinado ambiente. 74 La evolución ocurre 75 acción 76 distintos mecanismos, 77 la selección natural	
<u>68 de Darwin</u> <u>69 se</u> <u>70 en 1859</u> <u>71 en un</u> <u>72 llamado</u> <u>73 por su lado Wallace</u> <u>74 a</u> <u>75 La</u> <u>76 de</u> <u>77 a las</u> <u>78 del</u> <u>79 ha</u> <u>80 a lo</u> <u>81 de</u> <u>82 una</u>	78 La teoría 79 publicó 80 libro 81 El origen de las especies por medio de la selección natural 82 llegó 83 conclusiones similares. 84 adaptación 85 Progresiva 86 organismos 87 distintas condiciones 88 medio 89 provocado, 90 largo 91 muchos siglos 92 enorme biodiversidad.	<i>Gradualismo</i>
Relaciones 82	Conceptos 92	Organizadores 5

En el mapa conceptual de la teoría de la evolución que se encuentra en el texto de la SEP 2011 de ciencias I, los organizadores conceptuales son:

Tabla 5. Organizadores

Adaptación
Evolución
Gradualismo (adaptación progresiva)
Selección artificial
Selección natural
Variabilidad (naturalmente diferentes entre sí)

A partir de ello se desarrollan proposiciones de las cuales se pueden articular como discurso explicativo de la teoría de la evolución. El entre cruce que se da entre los

organizadores conceptuales y los núcleos conceptuales es de 29 enlaces, esto nos indica que Son núcleos conceptuales concretos en el discurso explicativo.

Núcleos conceptuales y frecuencia de relaciones

Organismos 7

Especie 4

Características 8

Ambiente 4

Selección natural 3

evolución 3

Densidad 1.122

3.3 Mapa Conceptual del Texto de la Facultad de ciencias de la UNAM

El mapa criterio fue construido por un grupo de tres profesores de la facultad de ciencias de la UNAM, fue empleado para una investigación sobre el conocimiento de los alumnos de primer semestre de la carrera de Biología sobre la biología evolutiva (Campos, Gaspar y Alucema, 2000) En el mapa elaborado para dicha investigación tomo como puntos centrales Por su parte, la teoría evolutiva moderna es central en la biología, ya que explica los complejos procesos de la vida y su ambiente (Ayala, 1997).

El criterio. Es el siguiente, ya organizado en proposiciones (Pi), unidades semánticas conceptuales (C, en negritas), unidades semánticas relacionales (R, en itálicas) y otros componentes (O):4

P1: La Teoría Evolutiva Moderna (TEM) *consiste en* la idea de que la selección natural es el principal mecanismo causal de cambio en el tiempo, que *opera sobre* la variación que *aparece por* mutación y recombinación, y que *se hereda de* manera mendeliana intra o interpoblacional *generando* un patrón generalmente gradual y continuo.

P2: La TEM *reúne* bajo su marco conceptual a la teoría de la evolución de Darwin, la Genética de Poblaciones, la Paleontología, la Ecología, Citología, Embriología, la Biogeografía y la Sistemática, *convirtiéndose en* la teoría más general y más importante de la Biología.

P3: La adaptación *según* la TEM es el resultado *de* la selección natural *actuando sobre* la variación individual, que *permite* que en la lucha *por* la existencia, los individuos *cuyas* características les *sean* ventajosas *sobrevivan y dejen* descendencia.

P4: La adaptación *entonces* es el resultado del poder creativo *de* la selección natural.

P5: La diversidad biológica *es explicada como* el resultado *de* la divergencia de caracteres, *en donde* las poblaciones *van constituyéndose en* especies separadas reproductivamente de otras.

P6: Algunas especies de bacterias *son* inmunes genéticamente, *es decir, poseen* los genes que *les confieren* la resistencia.

P7: Estos genes *podieron haberse transferido* horizontalmente *de* una bacteria *a* otra.

P8: *Al ser* individuos *favorecidos* selectivamente *ante* la presencia del antibiótico (factor selectivo) *sobreviven y dejan* descendencia.

P9: *Con* el tiempo *se forman* especies *con* esas características *de* inmunidad.

El componente descriptivo se encuentra en las proposiciones P1 y P2: se plantea en qué consiste la teoría (la selección natural como mecanismo generador de cambios en el tiempo, que actúa sobre la variación de los seres vivos, así como los factores genéticos involucrados) y los campos relacionados.

El componente explicativo, en las P3-P5: se plantea el mecanismo adaptativo, la función de la selección natural en el proceso de lucha por la existencia, la herencia y la diversidad biológica como resultado de divergencia de caracteres y especiación.

El componente ejemplificativo, en P6-P9, que ilustra lo anterior en el caso de las bacterias. Con ello se cumple con las exigencias epistemológicas mencionadas (Mayr, 1978, Ayala, *id.*; Gould, *id.*). Los conceptos núcleo son (ver mapa criterio científico):

Teoría de la Evolución Moderna (P1-P3)

Selección natural (P2 y P3)

Tiempo (P1, P9)

Adaptación (P3-P4)

Resultado (P3-P4)

Individuos (P3, P8)

Características (P3, P9)

Descendencia (P3, P8)

Especies (P5-P6, P9)

Bacterias (P6-P8)

Genes (P6 y P7).

Capítulo 4

Análisis

4.1 Mapa de la Secretaría de Educación Pública (SEP) 2011.

Por lo que respecta a los contenidos de Evolución en el Programa de Ciencias I se puede decir que depurando los conceptos a desarrollar en contenidos, de los 16 que se pide desarrollar como contenido referidos a evolución, 11 son específicos y no se vinculan necesariamente con la evolución social y extinción, si bien temas de relevancia social y necesarios para vincular biodiversidad y su importancia con el entorno en el que vive el alumno, no forman parte de la Biología evolutiva.

Tabla 6. Los 11 temas ya depurados son:

Bloque	Ámbito: Biodiversidad como resultado de la evolución: relación ambiente, cambio y adaptación
I La biodiversidad resultado de la evolución	El valor de la biodiversidad
	Valoración de la biodiversidad: causas y consecuencias de su pérdida.
	Identifica el registro fósil y la observación de la diversidad de características morfológicas de las poblaciones de los seres vivos como evidencias de la evolución de la vida.
	Identifica la relación de las adaptaciones con la diversidad de características que favorecen la sobrevivencia de los seres vivos en un ambiente determinado.
	Importancia de las aportaciones de Darwin
	Reconocimiento de algunas evidencias a partir de las cuales Darwin explicó la evolución de la vida.
	Relación entre la adaptación y la sobrevivencia diferencial de los seres vivos. (SEP, 2011, 42)

II La nutrición como base para la salud y la vida	Análisis comparativo de algunas adaptaciones relacionadas con la nutrición (autótrofo, heterótrofo)
III La respiración y su relación con el ambiente y la salud	Análisis comparativo de algunas adaptaciones en la respiración de los seres vivos.
IV La reproducción y la continuidad de la vida	Análisis comparativo de algunas adaptaciones en la reproducción de los seres vivos (sexual, asexual).
	Relación de cromosomas, genes y ADN con la herencia biológica. (SEP, 2011, 45)

Los 11 temas o conceptos forman una red conceptual articulada por lo que podríamos llamar *cuadro I comparativo*

Tabla 7. Organizadores, estos son:

Adaptación*	4
Ambiente	1
Biodiversidad	2
Características (caracteres)	2
Diversidad	4
Evolución**	2
Sobrevivencia **	2

El número de la derecha indica con qué frecuencia se encuentra el concepto dentro de los temas.

Los organizadores son distintos si los comparamos con los de Mayr, con los que sólo coinciden 2 organizadores; evolución y selección natural, si nos atenemos a la interpretación semántica, (Mayr, 1978) que en el programa SEP aparece como evolución y Sobrevivencia, aspectos cruciales para la comprensión de la teoría de la evolución desde el Darwinismo:

Tabla 8. El gradualismo y comunidad de descendencia, si bien son vistos dentro de los temas, no se les da importancia debida.

Comunidad de descendencia	0
Especiación	0
Evolución**	2
Gradualismo	0
Selección natural ***	2

Tabla 9. Es relevante señalar que los organizadores conceptuales

Selección natural

Evolución

especiación

Núcleos Mayr	Núcleos Mapa 1 SEP 2015
Evolución	Evolución
Especiación	Especie
Selección natural	Selección natural
Filogénesis (ancestro común)	
Gradualismo	
	Ambiente
	Organismos
	Características (caracteres)

Coinciden con los núcleos conceptuales concretos

Selección natural

Evolución

Especie

Esto implica que son partes fundamentales para elaborar el discurso de la teoría de la evolución, tanto como organizadores del discurso como núcleos, ejes por donde atraviesan conceptos de forma repetida. Son a manera de nodos por donde el discurso fluye y se entrecruza para dar orden y sentido lógico al mismo.

Esto tiene mucho sentido con los conceptos centrales de la teoría de la evolución (organizadores)

Pues los teóricos de la misma como E. Mayr, usan dichos conceptos organizadores (Ver tabla 9) para explicarse y explicar su comprensión sobre teoría de la evolución, según Darwin.

Y en sus trabajos (Número especial sobre evolución, Scientific American), estos a manera de teorías o desde el cognocitivismo como proposiciones permite la organización de su discurso. Es fácil ver que de esos núcleos conceptuales tres coinciden con el mapa de SEP (2011), tanto como organizador de una proposición, como núcleo conceptual; Evolución, especiación, Selección natural. Luego los puntos centrales de la teoría que se maneja en el texto son los que se reconocen como fundamentales en teóricos. Los organizadores de las proposiciones y los núcleos conceptuales corresponden con el discurso de los especialistas, así como los núcleos conceptuales efectivos, cuya finalidad al parecer es dar coherencia al discurso del texto.

Por lo que respecta al análisis cuantitativo del discurso, sólo se empleó la densidad del discurso, cuyos valores son: la densidad puede ser muy fuerte ($d > 2$) o muy débil ($d = 0$), que represente 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.

La densidad del discurso tiene un valor medio, ya que es 1.122, es menos a 2 y mayor a 0, queda en valor intermedio, luego podemos decir que sin perder el rigor de los organizadores que corresponden con los teóricos del tema, el discurso no tiene “demasiada” densidad y es apropiado en ese valor para el nivel secundaria y la profundidad que maneja.

En cuanto a la pertinencia del uso del lenguaje, este es apropiado (ver figuras 2,3,4,5,6, del libro de SEP), ya que sin renunciar al rigor de los organizadores centrales, el uso del lenguaje poco denso se logra a partir del uso de lenguaje apropiado para no especialistas, alumnos de secundaria, lo cual se apoya con el discurso iconográfico.

4.2 Mapa 2 Criterio (científico)

En el análisis del criterio se puede ver que los núcleos conceptuales (organizadores) de Mayr, sus cinco teorías que propone como centrales para comprender la teoría de la evolución aparecen aquí (ver tabla comparativa 9):

tabla 10

Núcleos Mayr	Núcleos Mapa 2 científico, Criterio
	Adaptación (P3-P4)
	Bacterias (P6-P8)
	Características (P3, P9)
Comunidad de descendencia	Descendencia (P3, P8)
Especiación	Especies (P5-P6, P9)
	Genes
	Individuos (P3, P8)
	Resultado (P3-P4)
Selección natural	Selección natural (P2 y P3)
Evolución	Teoría de la Evolución Moderna (P1-P3)
Gradualismo	Tiempo (P1, P9)

Al contrastarlos contra los del Mapa 1 SEP 2011 con los Núcleos de Mayr se tienen:

Tabla 11.

Núcleos Mayr	Núcleos Mapa 1 SEP 2015
Evolución	Evolución
Especiación	Especie
Selección natural	Selección natural
	Ambiente
	Organismos
	Características (caracteres)
Filogénesis (ancestro común)	
Gradualismo	

Hay una diferencia en la cantidad de núcleos conceptuales, en el primer caso, los núcleos del maestro de la facultad de ciencias de la UNAM, se cubren los cinco núcleos de Mayr y tres núcleos más dan coherencia a la explicación de las proposiciones que construyen el discurso. Para el caso de SEP 2011, su mapa coincide en tres núcleos con los de Mayr, dos no son tocados (filogénesis y gradualismo), pero para dar coherencia a su discurso emplea tres núcleos: ambiente, organismo y características.

Así la correspondencia entre mapas con un criterio común Mayr es al 100% con el mapa de la Facultad de ciencias y sólo al 60% en mapa de la SEP 2011.

Cuando se comparan los núcleos de la SEP 2011 con los de la Facultad de ciencia se tiene:

Cuadro 2 comparativo tabla 12.

Núcleos Mapa 1 SEP 2011	Núcleos Mapa 2 científico, Criterio
Evolución	Evolución Moderna Teoría de la (P1-P3)
Especie	Especies (P5-P6, P9)
Selección natural	Selección natural (P2 y P3)
Características (caracteres)	Características (P3, P9)
Organismos	Individuos (P3, P8)
	Genes
	Descendencia (P3, P8)
	Resultado (P3-P4)
	Adaptación (P3-P4)
	Bacterias (P6-P8)
	Tiempo (P1, P9)
Ambiente	

Coinciden cinco núcleos entre sí, uno –ambiente- no corresponde con nada en Mapa 2 y cinco núcleos del mapa dos quedan sin correspondencia. Como el mapa 2 tiene mucha más relación con el criterios común Mayr, se puede decir que es más completo y que su cantidad de núcleos es alta respecto del Mapa 1, sin embargo en los aspectos centrales corresponden en un 83% si lo hacen.

Esto se puede deber, primero a que el mapa 2 está elaborado por una especialista de la Facultad de ciencias y está pensado para trabajar a nivel licenciatura, de ahí que su

profundidad y correspondencia con la teoría aceptada como la de Mayr sea total. En tanto que el Mapa 1 elaborado para nivel secundaria carece de la profundidad de un nivel superior, no obstante no debería de perder rigor en la correspondencia con los núcleos de Mayr, sin embargo es así.

Conclusiones

La comprensión de la teoría de la evolución no es trivial, como lo muestran las dificultades de construcción lógico-conceptual en el nivel explicativo para los escolares desde la educación básica, hasta el nivel universitario, en la propia carrera de biología. Esta situación se muestra en sus concepciones, alternas a las aceptadas por la ciencia en la comprensión de otros temas de la biología desde la perspectiva evolutiva.

Una de las razones principales de estas dificultades es la doble causación en la biología, que la diferencia de otras ciencias naturales, se explica el desarrollo de los organismos (causas próximas) y su desarrollo como especie (causas últimas). Entender esta doble causación requiere una base conceptual muy amplia, en particular de genética Alucema y Campos (2000), han reportado problemas de aprendizaje al respecto. Otra razón tiene que ver con creencias esencialistas como asumir caracteres invariables en los grupos naturales, mecanicistas como interpretar los procesos naturales como fundamentalmente predecibles o teleológicas así es entonces al interpretar los procesos naturales como dirigidos a una meta. Por otro lado, se ha observado mejoría a este respecto cuando se utilizan estrategias didácticas adecuadas.

Por lo anterior, es muy importante identificar los problemas conceptuales que presentan los textos que emplean tanto estudiantes como maestros en este tema, ya que inciden en la estructuración conceptual, el desarrollo y uso de habilidades cognitivas, y las estrategias de razonamiento, todos ellos procesos fundamentales en la construcción de conocimiento. Estos problemas también son parte de diversos contextos educativos importantes, desde el nivel de estrategias de enseñanza y aprendizaje, durante el proceso interactivo de la construcción de conocimiento en el aula, hasta el nivel del contenido curricular, y el del establecimiento de estándares de calidad educativa, entre otros.

Sobre la estructura curricular es que abunda este trabajo. Para abordar estas preguntas y conocer las características lógico-conceptuales del mapa de SEP respecto del mapa criterio, se compararon los mapas desde aspectos descriptivos de la teoría evolutiva moderna y se determinó que existe correspondencia semántica entre el criterio común. Los mapas de la facultad de ciencias y el de la secretaria de educación pública (SEP.) esto es la transposición que se hace de la teoría de la evolución de lo formal que se puede observar en el mapa de la Facultad de ciencias, que se logra en el de SEP no es todo lo formal que se pudiera esperar, se pierde rigor pero se mantiene el 83% de los núcleos conceptuales que tienen ambos mapas es decir el objeto pedagógico construido por la SEP con el científico es suficiente para el nivel secundaria.

Bibliografía

- Ayala, F. (1997). Nothing biology makes sense except in the Light of evolution. *Journal of hered*, 68, 3:10, USA.
- Calixto-Flores, R. (2004) Formas de explicación del proceso de respiración de las plantas
Perfiles Educativos, vol. XXVI, núm. 106, tercera época, pp. 125-142 Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación Distrito Federal, México.
- Campos, M. A. y S. Gaspar (1996). El Modelo de Análisis Proposicional: un método para el estudio de la organización lógico-conceptual del conocimiento, en M. A. Campos y R. Ruiz, op. cit., 51-92.
- Campos, M. A., C. A. Sánchez, S. Gaspar y V. Paz (1999). La organización conceptual de alumnos de sexto grado de educación básica del concepto de evolución, *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, vol. 1, nos. 1-2, 39-55.
- Campos, M. A., L. Cortés y S. Gaspar (1999). Análisis de discurso de la organización lógico-conceptual de estudiantes de biología de nivel secundaria, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. IV, no. 7, 22-77.
- Campos, M. A., L. Cortés, y A. Rossi (2002). Dinámica de la construcción de conocimiento científico sobre la teoría sintética de la evolución en el aula pre-universitaria, *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, vol. IV, no. 2, 21-33.
- Campos, M. A., S. Gaspar y A. Alucema (2000). Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario, *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. X, no. 1: 31-71.
- Campos, M.A., RUIZ, G.R., 1995. Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. UNAM, IMMAS. México

- Chevallard, I. (1991) La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. (Capítulo I). Argentina: Aique
- Flores, B. (1999). La enseñanza de la Biología en sexto grado de educación primaria. El tema de evolución. *Tesis*, UPN U 094, México.
- Flores, C. (1997), Los docentes y la enseñanza de las ciencias naturales. *Cero en conducta*, Mayo, XII, 4, 75:80, México.
- Gómez, A. (2009) El estudio de los seres vivos en la Educación Básica. Enseñanza del sistema nervioso desde un enfoque para la evolución de los modelos escolares. Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- González, J. 1972. Ecología. ANUIES. México
- Guillén, F. (1995). Qué saben los estudiantes de secundaria sobre el tema de evolución. En Campos, M y Ruiz, R. (compiladores) *Problemas de acceso al conocimiento*, IIMAS, UNAM.
- Jiménez, A. M. (1991). "Cambiando las ideas sobre el cambio biológico", La enseñanza de las ciencias, vol. 9, núm. 3, marzo, 248-256.
- Jiménez, M. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 9, (3), 248: 256.
- Jiménez, M. (2005). Comunidades de producción de conocimientos en clases de Biología. *Memorias*, V Congreso nal. de enseñanza de la Biología, España.
- Maciel, S. (2007). Concepciones sobre evolución biológica, presentes en estudiantes de Licenciatura en educación primaria. *Ponencia*, IX Congreso nacional de investigación educativa, COMIE, U de Y. Mérida.
- Maldonado, J. (2007). El tema de evolución en los programas de secundaria; retos y sugerencias- *El correo del maestro*, N° 139, Diciembre.

- Mares, C. G; Rueda, P. O.; Rivas, G. O.; Rocha, P. H.; Flores, E.; Dávila P. y Peñaloza, I. (2009). "Textos y la manera de trabajarlos, su impacto en el aprendizaje de alumnos de 2° de primaria", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. XIV, núm. 40, enero-marzo.
- Martínez, M de L. (1997). Un acercamiento a la evaluación comparativa del docente de Biología en Secundaria. Tesis UPN 094, México.
- Martínez, M de L. (2000). La evolución como base de la enseñanza de la evaluación por medio de acercamientos sucesivos. *Ponencia*, IV Memorias de una experiencia docente.
- Mayr, E.(1978)Evolution. *Scientific American* 239.September.
- Mengascini, A. y Menegaz, A. (2005). El juego de las mariposas, propuesta didáctica para el tratamiento de cambio biológico, *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, Vol. 2 N° 3, 403: 415.
- Paz, R. V. (2007). La clasificación la gran incomprendida de la enseñanza de la biología, ponencia presentada en el IX Congreso Nacional de Investigación Educativa, Mérida: COMIE/ UAY.
- Paz, V. (1999). La enseñanza de la evolución en la educación primaria como una evidencia de los obstáculos a los que se enfrenta el niño para construir conceptos complejos. *Ponencia*. V Congreso nacional de investigación educativa, Aguascalientes, México.
- Paz, V. (2005). La construcción de la temporalidad en el niño de educación básica. Ponencia. VIII Congreso nacional de investigación educativa, *Ponencia U de S.* Hermosillo, México.

Rico, C., Maciel, S. y Paz, V. (2008). La enseñanza de la evolución en la educación básica, una tarea pendiente. *Plática educativa*, X Congreso nacional de investigación educativa, COMIE, U. de V. Veracruz, México.

Secretaria de Educación Pública (SEP.), Lujambio Alonso (2011) "planes y programas 2011" l. secretaria de educación, Edición básica secundarias ciencia, tiraje 179000, México.

Secretaria de Educación Pública (SEP.), Educación Básica. Secundaria. "Plan de estudios 2006" Dirección General de Desarrollo Curricular, que pertenece a la Subsecretaría de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública. Primera edición, 2006. México.

Vera, R. (1982), La enseñanza de las ciencias naturales en la educación normal. *Educación*, 42, CONALTE, México.