



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

La Enseñabilidad de la Evolución Biológica en la Institución Educativa Académico de Guadalajara de Buga

Harold González Otálora

Universidad Nacional de Colombia
Facultad, Ingeniería y administración

Palmira, Colombia

2014

La enseñabilidad de la Evolución Biológica en la Institución Educativa Académico de Guadalajara de Buga

Harold González Otálora

Trabajo de investigación presentado como requisito final para optar al título de:
Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

M. Sc. I. A. Gabriel de La Cruz

Codirector:

M. Sc. I. A. Oscar Alonso Herrera

Universidad Nacional de Colombia
Facultad, Ingeniería y administración
Palmira, Colombia

2014

El autor del trabajo dedica su trabajo en forma especial a:

A Gabriel González Ramírez porque la cualidad emergente que manifiesta me llena de alegría.

A mi madre, porque su enfermedad me hace recordar lo fundamental del tema objeto de este proyecto.

“La perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría unificadora de la biología” (Futuyma, 2009)

“Nada tiene sentido en biología excepto bajo el prisma de la evolución”. (T. Dobzhansky 1937)

Agradecimientos

El autor expresa los más sinceros agradecimientos a:

El MSc. Gabriel de La Cruz, por orientar este proyecto y brindarme la Confianza, Libertad y Exigencia necesarias para sacarlo adelante, Además, por la parte de su forma de vida que alcanzo a percibir, que siempre será un referente a seguir.

El MSc Oscar Alonso Herrera, por codirigir este proyecto y ofrecerme su experiencia, conocimientos y el rigor necesarios para la orientación y finalización del mismo.

La Docente Marisol Santacruz, por sus indirectos pero innumerables aportes.

La institución educativa, Colegio Académico de Guadalajara de Buga, Directivos, Docentes y Estudiantes que posibilitaron, con su aporte y colaboración, la obtención de información valiosa para la elaboración del presente trabajo.

El compañero y amigo Carlos Ignacio Hernández, docente por nuestras incontables horas de conversación sobre el tema de este proyecto

La Universidad Nacional de Colombia por posibilitar con este programa, un espacio para la actualización y cualificación de los docentes

Resumen

Este estudio cualitativo fue orientado hacia el análisis de varios aspectos relacionados con la Enseñabilidad de la Teoría de la Evolución Biológica (TEB) en los grados de básica primaria y básica secundaria de la Institución Educativa Colegio Académico de Guadalajara de Buga (IECAGB). La Enseñabilidad definida como la o las cualidades que tiene un saber para ser enseñado, que es responsabilidad del docente y que se construye colectivamente, con una mirada constructivista.

El estudio que se realizó en el 2013 inició con una indagación, sobre los criterios de diseño y ejecución de planes de curso de ciencias naturales en la IECAGB, realizándose entrevistas a docentes y haciendo revisión del Proyecto Educativo Institucional (PEI). En segundo lugar se evaluó el interés y los saberes previos de los estudiantes sobre la TEB, mediante encuestas aplicadas a 160 estudiantes. En tercer lugar con la revisión de los lineamientos curriculares y los estándares de competencia establecidos por parte del Ministerio de Educación Nacional (MEN): Se estudió la propuesta del MEN sobre la enseñanza de Teoría de la Evolución Biológica (TEB). Se encontró que la estructura curricular no motiva ni resuelve los errores conceptuales de los estudiantes, que los docentes en general, dictan sus clases de forma tradicional, que no se enseña la TEB. Que el MEN plantea en los documentos revisados una serie de elementos que permiten la construcción de una enseñabilidad de la TEB. Y finalmente se propuso una serie de elementos orientados a la elaboración de una enseñabilidad alrededor de la TEB.

Palabras clave: Enseñabilidad, Evolución Biológica, Teoría de la Evolución Biológica, Enseñanza de la evolución, lineamientos curriculares, estándares de competencia.

Abstract

This qualitative study was oriented towards the analysis of several aspects teachability of the Theory of Biological Evolution (TBE) in the elementary grades and junior high basic of Educational Institution Colegio Académico of Guadalajara de Buga (EICAGB).

Teachability defined as qualities or has knowledge to be taught, it is the responsibility of teachers and collectively built, with constructivist look.

The study was conducted in 2013 began with an inquiry on the design criteria and implementation plans during natural sciences EICAGB, performing and doing interviews with teachers review the Institutional Educational Project (IEP). Secondly the interest and previous knowledge of the students on the TEB, using surveys of 160 students was evaluated. Thirdly the revision of curriculum guidelines and competency standards established by the Ministry of National Education (MNE) MNE's proposal on Teaching Biological Evolution Theory (BET) was studied. It was found that the curriculum structure does not motivate or resolve misconceptions of students, teachers generally dictate their traditional classes, the BET is not taught. That raises the MEN in revised a number of elements that allow the construction of a BET teachability of documents. And finally, a series aimed at developing teachability around the BET elements was proposed.

Keywords: Teachability, Biological Evolution, Theory of Biological Evolution, Teaching of evolution, curriculum guidelines, standards of competence.

Contenido

	Página:
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABLAS	IX
INTRODUCCIÓN	11
1 MARCO REFERENCIAL	15
1.1 EVOLUCIÓN BIOLÓGICA.....	15
1.2 ENSEÑANZA Y ENSEÑABILIDAD	26
1.3 ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA.....	29
1.4 ORIENTACIONES GENERALES DEL MEN	36
1.5 LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA.....	45
1.6 INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN	47
2 METODOLOGÍA	51
2.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO.....	51
2.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	53
2.3 POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO	54
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
3.1 ETAPA 1: INDAGACIÓN SOBRE ALGUNOS CRITERIOS DOCENTES CON RESPECTO A LA ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN.....	57
3.2 ETAPA 2: INDAGACIÓN SOBRE PRECONCEPTOS E INTERESES DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA	59
3.3 ETAPA 3: ANÁLISIS DE LOS FUNDAMENTOS Y DISPOSICIONES EMANADOS DESDE EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN)	66

3.4	ETAPA 4: PLANTEAMIENTO DE ALGUNOS ELEMENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN COLECTIVA DE UNA PROPUESTA ORIENTADA HACIA LA ENSEÑABILIDAD DE LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA (TEB)	72
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
4.1	CONCLUSIONES	79
4.2	RECOMENDACIONES.....	80
	A-ANEXO: LINEAMIENTOS CURRICULARES	81
	B-ANEXO: ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIA.....	93
	C-ANEXO: FORMATOS DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	99
	D-ANEXO: PLAN DE ÁREA CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL IE ACADÉMICO.....	105
	E-ANEXO: INFORMACIÓN DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS	113
	BIBLIOGRAFÍA	119

Lista de Figuras

Página:

Figura 1-1	Contribuciones del estudio de la Evolución Biológica	26
Figura 1-2	Presentación Gráfica de los pasos o etapas que se llevan a cabo en la Investigación Cualitativa.....	48
Figura 1-3	Procesos que se llevan a cabo para el análisis de los datos en la investigación cualitativa.....	49
Figura 3-1	Frecuencia (%) en la respuesta de los docentes sobre el tiempo dedicado por ellos a enseñar la TEB	58
Figura 3-2	Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre si han escuchado hablar acerca de la EB	60
Figura 3-3	Frecuencia (%) en la respuesta acerca del gusto o importancia que los estudiantes manifiestan sobre el estudio de la EB	60
Figura 3-4	Frecuencia (%) de respuesta acerca de lo que los alumnos piensan sobre la intensidad con que se debe enseñar la TEB	61
Figura 3-5	Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes acerca de la definición de la EB	62
Figura 3-6	Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes ante el interrogante de la forma en la que ocurre la EB.....	62
Figura 3-7	Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre cuales consideran como los factores que favorecen la EB	63
Figura 3-8	Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre la heredabilidad de los Cambios ocurridos en el Genoma.....	64
Figura 3-9	Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre el interrogante la evolución se detuvo, o está en marcha	64
Figura 3-10	Estructura general del área de Ciencias Naturales, Propuesta por el MEN en sus lineamientos y estándares básicos de competencia.....	69
Figura 3-11:	Presentación gráfica del Planteamiento de algunos elementos para la construcción colectiva de una propuesta para la enseñanza de la Teoría Evolución Biológica (TEB) Enseñabilidad.....	77

Lista de tablas

	Página.
Tabla 1-1	Resumen de las dificultades, referidas por varios autores, en los estudiantes el estudiar Evolución Biológica..... 32
Tabla 1-2	Resumen de las dificultades, referidas por varios autores, presentes en los docentes en la enseñanza de La evolución Biológica..... 33
Tabla 1-3	Resumen de algunas propuestas hechas por diversos autores para la enseñanza de la Evolución Biológica 34
Tabla 1-4	Presentación de algunos Estándares Básicos de Competencia, en el entorno vivo, para la educación Básica, por grupos de grados..... 43
Tabla 1-5	Instrumento utilizado para la Planeación Institucional, en el nivel ámbito curricular y en lo referente a los planes de las áreas en la IE Académico 46
Tabla 3-1	Resumen de Los procesos de pensamiento y acción esperados en los estudiantes colombianos según el MEN..... 67
Tabla 3-2	Ejes articuladores para los procesos biológicos, que deben orientar los contenidos temáticos en el tercer nivel de concreción curricular 68

Abreviaturas

Abreviatura	Término
TSE	Teoría Sintética de la Evolución
PRAES	Proyectos Ambientales Escolares
PEI	Proyecto Educativo Institucional
MEN	Ministerio de Educación Nacional
MEPSN	Modelo de Evolución por Selección Natural
IE	Institución Educativa
IECAGB	Institución Educativa Colegio Académico de Guadalajara de Buga
EB	Evolución Biológica
TEB	Teoría de Evolución Biológica

Introducción

La comprensión del mundo en sus aspectos sociales y naturales es uno de los fines de la educación según la ley general de educación (ley 115), el cual es reforzado por el MEN al publicar los estándares para las ciencias naturales, en los que plantea:

“(...) Este conocimiento debe darse en el estudiante en forma tal que pueda entender los procesos evolutivos que hicieron posible que hoy existamos como especie cultural y por lo tanto de apropiarse de ese acervo de conocimientos que le permiten ejercer un control sobre su entorno, siempre acompañado por una actitud de humildad que le haga ser consciente siempre de sus grandes limitaciones y de los peligros que un ejercicio irresponsable de este poder sobre la naturaleza puede tener”.

La concepción evolutiva ha aportado una manera diferente de comprender la Biosfera, como un elemento dinámico y cambiante. La teoría evolutiva es uno de los temas que genera más conflicto y a su vez es básica para la comprensión de la Biología y también de la vida misma.

La Teoría científica de la Evolución Biológica (TEB), constituye uno de los pilares fundamentales de la Biología moderna, junto con la Teoría Celular y la Genética (Futuyma, 2009). En concordancia, estos tres pilares son por lo general el centro temático de las evaluaciones estatales. No obstante y pese a su importancia, el docente encuentra serias dificultades a la hora de resaltar, esta relevancia científica:

En primer lugar la dificultad al transponer en el espacio y el tiempo escolar la TEB, pues se planea a través de libros y textos con secuencias didácticas, Jiménez (1990); y se elude la responsabilidad que les corresponde a los docentes, cayendo en la enseñanza

tradicional¹ , y transmite a veces el conocimiento de la TEB de forma limitada o parcializada (Hernández, y Ruiz 2009).

En segundo lugar, y como lo plantea Galli (2011), la forma como se asume la enseñanza del tema, pues la teoría evolutiva se fundamenta en conceptos básicos y a la vez complejos, que aunque deberían ser el centro de atención, no se abordan de una manera recurrente a lo largo de toda la etapa de educación básica (Jiménez 1991; Hernández y Ruiz, 2009; Oleques, 2011).

En tercer lugar los preconceptos del docente y del estudiante y los compromisos morales y espirituales de ambos restringen el proceso de enseñanza y aprendizaje de las principales ideas científicas sobre la TEB (Soto–Sonera, 2009).

En cuarto lugar, la falta de estrategias innovadoras e integradoras para facilitar la comprensión de tan importante tema (Magaña, 2004; Bar 2008).

En este estudio cualitativo sobre la enseñabilidad² de la evolución biológica, en la IE³ Colegio Académico de Guadalajara de Buga, se buscó indagar, sobre la forma como se viene enseñando y aprendiendo un concepto tan fundamental y complejo de la biología.

Además, se pretende, hacer una aproximación a algunos elementos fundamentales para la enseñanza de la evolución Biológica, elementos que permiten construir por los docentes de la IE Académico de Buga una enseñabilidad⁴ de la teoría evolutiva.

¹ La enseñanza tradicional es según Gallego y Pérez, (1999) la enseñanza de carácter empiro-positivista, en la cual los contenidos de las ciencias experimentales, se les presentan a los alumnos como productos inmodificables ya elaborados que han de memorizar, sin que entren en juego sus estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas. Se diferencia de la enseñanza desde las perspectivas deductivistas-constructivistas, que por el contrario, pretenden instaurar un proceso de apropiación en el que el aprendiz penetra, desde su interpretación, la estructura disciplinar, construyendo en principio, la que le parece más adecuada, a la vez que se deja penetrar por la construcción que ha hecho.

² La enseñabilidad de las ciencias experimentales es un compromiso de los docentes de acuerdo con su proyecto de vida, con un proyecto epistemológico, pedagógico y didáctico, de carácter investigativo, fundamentado en la ciencia. Además, es esta empresa la que los diferencia significativamente de los *docentes operarios*, centrados en la transmisión de información. (Gallego y Pérez, 1999).

³ IE: institución educativa.

Por ello se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se enseña la Evolución Biológica en los grados de básica y media en la Institución educativa académico, de Guadalajara de Buga?

Para resolver esa pregunta se formuló el siguiente objetivo general:

“Revisar e indagar sobre cómo se enseña la evolución biológica, en la institución educativa Académico de Guadalajara de Buga y proponer algunos elementos para desarrollar su enseñabilidad”

Y sus objetivos específicos fueron:

Indagar registrar e interpretar cómo se enseña la Teoría de la Evolución Biológica en la institución educativa Académico de Guadalajara de Buga

Indagar y comparar sobre cómo está contextualizada la enseñanza de la Teoría de la Evolución Biológica, en la institución educativa Académico de Guadalajara de Buga, con los lineamientos Planteados por el Ministerio de Educación Nacional.

Plantear algunos elementos para una construcción colectiva de una propuesta para la enseñanza de la Teoría Evolución Biológica (TEB) en la IE Académico.

⁴ La enseñabilidad entendida como un componente de la pedagogía, que en su propósito de establecer su estatuto como ciencia, se manifiesta común a todos los intentos disciplinares por pedagógizar el discurso científico, de tal forma que se haga asequible al estudiante y, desde sus propias circunstancias, lo internalice en el desarrollo de sus competencias y del interés generado por los nuevos conocimientos de forma que pueda intervenir en la transformación de sí mismo y de su realidad (Castro, 2009).

1 Marco referencial

1.1 Evolución Biológica

La evolución es un proceso natural que se explica científicamente mediante la Teoría de la Evolución Biológica. Se conoce la evolución como la acumulación de cambios en una Especie, a nivel genético y que ocurren a lo largo de las generaciones, es decir su filogenia.

En la actualidad la teoría evolutiva se conoce como: Teoría Sintética de la Evolución (TSE). Esta, amplía la teoría de Darwin, teniendo como referente elementos como: La Teoría Cromosómica de la Herencia, genética de poblaciones, el concepto biológico de especie y otros aportes hechos por la paleontología. Amabis (2011) citando a Mayr (1998), dice que esta teoría se basa en la aceptación de dos conclusiones.

- La evolución puede ser explicada por medio de las mutaciones y la recombinación genética, sobre las que actúa la selección natural.(Amabis, 2011)
- El fenómeno evolutivo puede explicarse a través de la consideración de mecanismos genéticos conocidos. (Amabis, 2011)

Esta nueva teoría rechaza los planteamientos relacionados con la herencia de caracteres, enfatiza en el gradualismo y el reconocimiento de la importancia de la selección natural.

En un nuevo enfoque evolutivo, que centra su atención en la deriva y la mutación como agentes de evolución, hace aparición la Teoría Neutra de la Evolución Molecular, propuesta independientemente por Kimura (1968) y King & Jukes (1969), según estos autores, si se considera la evolución en términos moleculares, la mayoría de la variación al nivel molecular no es explicada por la selección tipo darwiniano (selección adaptativa o

positiva), es decir, la mayor parte de la variación a nivel molecular ocurre de manera azarosa y no tiene incidencia en la adaptación, es decir, la inmensa mayoría del cambio molecular es adaptativamente neutro. De esta forma, se otorga una gran importancia a factores aleatorios y no a la presión selectiva.

Como se aprecia la Teoría Evolutiva es producto de intensos debates científicos que, sin lugar a dudas, la hacen cada vez más vigente.

El estudio de la Evolución Biológica permite entender las teorías que explican el origen, mantenimiento y extinción de las diversas formas de vida en la tierra. Tal y como lo referencia Futuyma (2009) *“La perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría unificadora de la biología”*; Esta expresión refleja el carácter interdisciplinario del concepto evolutivo en las diferentes ramas de la Biología, las cuales han aportado a la formulación de hipótesis sobre los mecanismos que explican la transformación y diversificación de las especies.

De acuerdo con Futuyma (2009) los principios fundamentales de “la síntesis”, revisados y ampliados, constituyen aún hoy el núcleo de la biología evolutiva. Estos principios se pueden resumir como sigue:

- 1) Se distingue el fenotipo, el conjunto de rasgos “observables” del organismo, del genotipo, el conjunto de genes contenidos en todos el ADN del organismo.
- 2) Se niega la herencia de los caracteres adquiridos, vale decir, se considera que los cambios fenotípicos debidos a la influencia ambiental no afectan los genes que el individuo pasa a la siguiente generación (González y Martin 2011).
- 3) La herencia se basa en partículas que mantienen su identidad (no se mezclan) a través de las generaciones. Esto vale tanto para los rasgos de variación discreta como para los de variación continua. En este último caso, la herencia se basa en muchos genes particulados (González y Martin 2011).
- 4) Los genes mutan dando lugar a formas igualmente estables llamadas alelos, cuyos efectos fenotípicos son muy variables. La recombinación genética asociada a la reproducción sexual amplifica esta diversidad genética.
- 5) El cambio evolutivo es un proceso poblacional que implica un cambio en la abundancia relativa de organismos individuales con diferencias genotípicas.

- 6) Las tasas de mutación son demasiado bajas como para producir cambios fenotípicos a nivel poblacional; dichos cambios se deben a procesos azarosos (deriva génica) o no azarosos (selección natural).
- 7) La selección natural puede dar cuenta tanto de las grandes diferencias entre las especies como de las pequeñas (González y Martin 2011).
- 8) La selección natural puede alterar las poblaciones más allá del rango original de variación al incrementar la frecuencia de alelos que, por recombinación con otros genes que afectan un mismo rasgo, dan origen a nuevos fenotipos.
- 9) Las poblaciones naturales son genéticamente variables por lo que pueden evolucionar rápidamente cuando las condiciones ambientales cambian.
- 10) Poblaciones de una especie en diferentes regiones geográficas difieren en las características que tienen una base genética.
- 11) Las diferencias entre especies, y entre poblaciones de la misma especie, suelen basarse en diferencias en muchos genes, usualmente con pequeños efectos fenotípicos, lo que abona la idea de que las diferencias entre especies han evolucionado por pasos más bien graduales (González y Martin 2011).
- 12) Las diferencias entre poblaciones de una especie suelen ser adaptativas y, por lo tanto, consecuencia de la selección natural.
- 13) Especies diferentes representan diferentes “pooles génicos”, esto es, las especies son grupos de individuos que potencialmente pueden aparearse y que no intercambian genes con otros grupos similares.
- 14) La especiación es el origen de dos o más especies a partir de un único ancestro común y ocurre usualmente por la diferenciación genética de poblaciones geográficamente separadas (González y Martin 2011).
- 15) Los taxones superiores se originaron por prolongada acumulación de pequeñas diferencias más que por el súbito origen mutacional de “tipos” drásticamente diferentes.

- 16) Las “lagunas” en el registro fósil se deben a su carácter incompleto. De todos modos, dicho registro muestra numerosas gradaciones desde aparentes ancestros hasta sus posibles descendientes. Así, los principios que explican la evolución de poblaciones y especies pueden ser extrapolados a la evolución de los taxones superiores (González y Martín 2011).

1.1.1 Historia del pensamiento evolutivo

El pensamiento evolucionista o transformista: la concepción de que las especies cambian a lo largo del tiempo, tiene sus orígenes en la antigüedad, en las ideas de los griegos, romanos, chinos y musulmanes.

Griegos: Los filósofos griegos discutieron conceptos que implicaban formas de evolución. Un antecedente lo tenemos en la pugna entre Parménides y Heráclito. Anaximandro (aprox. 610-546 a. C.) afirmaba que la vida se había desarrollado originalmente en el mar y que posteriormente esta se trasladó a la tierra, en tanto Empédocles (aprox. 490-430 a. C.) escribió sobre un origen no sobrenatural de los seres vivos (Campbell, 2010; Wilkins, 2006).

Chinos: Las ideas sobre la evolución fueron expresadas por antiguos filósofos chinos, como Zhuangzi (Chuang Tzu), un filósofo taoísta que vivió cerca del siglo IV a. C. Según Joseph Needham, el taoísmo rechaza explícitamente el fijismo de las especies biológicas, y los filósofos taoístas especulaban que las especies habían desarrollado características diferentes en respuesta a ambientes diferentes. (Miller, 2008; Needham y Ronan, 1995).

Romanos: Lucrecio (fallecido el 50 a. C.), Describe el desarrollo del cosmos, la Tierra, los seres vivos y la sociedad humana por medio de mecanismos puramente naturales, sin ninguna referencia a un agente sobrenatural. El tratado *Sobre la naturaleza* influiría en las especulaciones cosmológicas y evolucionistas de los filósofos y científicos, durante y después del Renacimiento. (Simpson, 2006).

Filosofía islámica: Mientras que las ideas evolucionistas griegas y romanas desaparecieron de Europa con posterioridad a la caída del imperio romano, no fue así entre los científicos y filósofos musulmanes. Durante la Edad de Oro del Islam, en las escuelas islámicas se enseñaban teorías primitivas de la evolución. (Zirkle, 1941) El

científico, filósofo e historiador del siglo XIX John William Draper enmarcó los escritos del siglo XII de al-Khazini como parte de lo que denominó la «teoría mahometana de la evolución» (Zirkle, 1941).

El escritor afroárabe al-Jahiz, en el siglo IX, fue el primero en intentar describir la evolución de las especies. Estudió los efectos del entorno en las posibilidades de supervivencia, y describió la lucha por la existencia y las cadenas tróficas (Zirkle, 1941; Bayrakdar, 1983).

Renacimiento e Ilustración: Algunas teorías evolucionistas exploradas entre 1650 y 1800 postulaban que el universo, incluyendo la vida en la Tierra, se había desarrollado mecánicamente, sin ningún tipo de guía divina. Aproximadamente en esta época, la filosofía mecánica de René Descartes empezó a alentar una visión de un universo similar a una máquina que acabaría caracterizando la revolución científica. (Rough y Pallen, 2009). Maupertuis anticipó en términos generales el concepto de selección natural, término que comúnmente suele asociarse a Charles Darwin y Alfred Russel Wallace (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

El filósofo natural francés G. L. Buffon sugirió que lo que la mayoría de gente denominaba 'especies' en realidad sólo eran variedades marcadas y modificadas por factores ambientales a partir de una forma original. Por ejemplo, creía que los leones, tigres, leopardos y gatos domésticos podían haber tenido un antepasado común (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

Buffon fue uno de los principales naturalistas del siglo XVIII y sus obras, *Historia Natural* y *Las Épocas de la Naturaleza*, tuvieron una enorme influencia; en ellas exponía teorías bien desarrolladas sobre un origen completamente materialista de la Tierra, así como sus ideas cuestionando la fijación de las especies (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

No obstante, su cuestionamiento de la constancia absoluta de la especie, sus reflexiones sobre la historia de la Tierra, la fecundidad de los híbridos, el papel del medio y la biogeografía, abrirá la vía a la biología lamarckiana (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

Entre 1767 y 1792 James Burnett (Lord Monboddo) postuló la idea de que el hombre había derivado de los primates, y que los animales, ante un medio cambiante,

amoldarían sus características a lo largo del tiempo en respuesta a dicho cambio, con base a la variedad de sus características (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009). Sus principales trabajos se centraron sobre todo en el estudio de la evolución del lenguaje, donde explica su surgimiento y desarrollo con ideas que anticipan al principio de selección natural; fue el primero en señalar la ventaja selectiva que daba el lenguaje al ser humano (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

La primera referencia con respecto al uso de la palabra «evolución» hacía mención de lo que era el desarrollo embriológico, sin embargo su primer uso en cuanto al desarrollo de especies se dio en 1762, cuando Charles Bonnet lo usó para su concepto de preformación, en la cual se usaba como referencia una forma miniatura de todas las generaciones futuras. El término ganó más adeptos que lo vinculaban con el crecimiento o desarrollo progresivo (Rough y Pallen, 2009).

Transformismo Lamarquista: El primero en proponer una teoría acabada de la evolución fue Jean Baptiste Lamarck. Transmutación de las especies Jean Baptiste Lamarck propuso, en su *Philosophie Zoologique* de 1809, una teoría de la transmutación de las especies. Lamarck no creía que todos los seres vivos compartían un ancestro común, sino que las formas de vida sencillas son creadas constantemente por generación espontánea (Gould, 2002).

Lamarck postula dos fuerzas evolutivas cuya combinatoria habría conformado un árbol filogenético ramificado: por un lado, la tendencia intrínseca de la naturaleza hacia el aumento de la complejidad daría cuenta del tronco ascendente que puede trazarse desde los organismos más sencillos hasta los más complejos; por otro, la acomodación de los organismos a las circunstancias externas y la herencia de tales adaptaciones explicaría las desviaciones que ramifican esa gradación (Gould, 2002).

Explicó este hecho diciendo que la misma fuerza innata que impulsaba el aumento de la complejidad hacía que los órganos de un animal (o planta) cambiaran según el uso o desuso de estos órganos, al igual que los músculos se desarrollan o atrofian según el ejercicio que hagan. Argumentaba que estos cambios podían ser heredados por la generación siguiente, produciendo una lenta adaptación al medio. Este mecanismo de adaptación secundario por la herencia de rasgos adquiridos sería conocido como Lamarckismo e influiría las discusiones de la evolución hasta el siglo XX (Gould, 2002).

El origen de las especies: En 1844 Robert Chambers, editor y escritor británico, publicó los *Vestigios (Vestiges of the Natural History of Creation)*, donde defendía la transformación de las especies. Como la de Lamarck, en esta obra, aunque defendía la evolución, no proponía ningún mecanismo que la explicase (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009). No obstante, su publicación fue fundamental para preparar la recepción social del transformismo (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

En 1858, Charles Darwin y Alfred Russel Wallace publicaron una nueva teoría evolutiva, que fue explicada en detalle en la obra de Darwin *El origen de las especies* (1859). A diferencia de Lamarck, Darwin proponía la idea de una ascendencia común y un árbol de la vida compuesto por muchas ramificaciones (Rough y Pallen, 2009).

Esta teoría se basaba en la idea de la selección natural y sintetizaba una gran variedad de hallazgos en varias disciplinas como la crianza de animales, la biogeografía, la geología, la morfología y la embriología. El debate en torno a la obra de Darwin llevó a la rápida aceptación de la evolución, pero el mecanismo que proponía, la selección natural, no fue ampliamente aceptado hasta la década de 1940 (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

A pesar de que la teoría de Darwin pudo sacudir profundamente la opinión científica con respecto al desarrollo de la vida (e incluso resultando en una pequeña revolución social), no pudo explicar la fuente de variación existente entre las especies, y la propuesta de Darwin de la existencia de un mecanismo hereditario (pangénesis) no satisfizo a la mayoría de los biólogos (Rough y Pallen, 2009).

No fue recién hasta fines del siglo XIX y comienzos del XX, que estos mecanismos pudieron establecerse, Cuando se "redescubrió" alrededor del 1900 el trabajo de Gregor Mendel sobre la naturaleza de la herencia que databa de fines del siglo XIX, se estableció un modelo estadístico riguroso a las teorías de Mendel de la herencia vía genes, y se dio a conocer en los años 1930 y 1940 y se conoce como la teoría sintética de la evolución (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009).

La síntesis de la selección natural con la genética mendeliana en las décadas de 1920 y 1930 fundó la nueva disciplina de la genética de poblaciones. Durante las décadas de 1930 y 1940, la genética de poblaciones se integró con otros campos de la biología, resultando en una teoría evolutiva ampliamente aplicable que comprendía gran parte de

la biología; la síntesis evolutiva moderna. (Schmitt 2006; Rough y Pallen, 2009) es la teoría que relaciona la heredabilidad de los caracteres genéticos, su mutación aleatoria y la selección natural para explicar el fenómeno de la evolución, situándolo como eje central de la biología y sus distintas ramas (Futuyma, 2009).

De 1940 a 1960: biología molecular y evolución: Durante las décadas de mediados del siglo XX comenzó a desarrollarse la biología molecular, y con ella una comprensión de la naturaleza química de los genes como las secuencias de ADN y su relación, mediante el código genético, con las secuencias proteicas. (Provine, 1971; Dietrich, 1994) Al mismo tiempo, técnicas cada vez más potentes para analizar proteínas, como la electroforesis proteica y la secuenciación de proteínas, trasladaron los fenómenos bioquímicos al campo de la teoría sintética de la evolución. A comienzos de la década de 1960, los bioquímicos Linus Pauling y Emile Zuckerkandl propusieron la hipótesis del reloj molecular, en la que las diferencias secuenciales entre las proteínas homólogas se pueden utilizar para calcular el tiempo transcurrido desde la divergencia de dos especies. (Provine, 1971)

En 1969, Motoo Kimura y otros científicos desarrollaron una base teórica para el reloj molecular, argumentando que, al menos a nivel molecular, la mayoría de las mutaciones genéticas no son ni beneficiosas ni perjudiciales, y que la deriva genética, y no la selección natural, es la responsable de gran parte del cambio genético; la teoría neutralista de la evolución molecular (Provine, 1971; Dietrich, 1994). Los estudios de las diferencias en las proteínas dentro de una misma especie llevaron la información molecular al campo de la genética de poblaciones, ofreciendo estimaciones del grado de heterocigosidad a las poblaciones naturales (Dietrich, 1994). Tras el establecimiento de la biología evolutiva, los estudios de las mutaciones y las variaciones en poblaciones naturales, en combinación con la biogeografía y la sistemática, condujeron a sofisticados modelos evolutivos matemáticos y causales (Dietrich, 1994; Powell, 1994).

La paleontología y la anatomía comparada permitieron reconstrucciones más detalladas de la historia de la vida. Tras la aparición de la genética molecular en la década de 1950, se desarrolló el campo de la evolución molecular, basado en secuencias proteicas y pruebas inmunológicas, incorporando más tarde estudios del ARN y del ADN (Hagen, 1999; Dietrich, 1994; Powell, 1994; Dietrich, 1998).

La visión genocéntrica de la evolución se hizo prominente en la década de 1960, seguida por la teoría neutralista de la evolución molecular, acalorando los debates sobre el adaptacionismo, las unidades de selección y la importancia relativa de la deriva genética y de la selección natural (Hagen, 1999; Dietrich, 1994; Powell, 1994; Dietrich, 1998).

A finales del siglo XX, la secuenciación de ADN condujo a la filogenia molecular y la reorganización del árbol de la vida en el sistema de tres dominios. Asimismo, los factores recientemente reconocidos de la simbiogénesis y la transferencia horizontal de genes introdujeron aún más complejidad a la historia evolutiva (Hagen, 1999; Dietrich, 1998).

1.1.2 Importancia del pensamiento evolutivo en la actualidad

La teoría de la evolución constituye una parte central de las ciencias biológicas (Futuyma, 2009). En una muy citada frase, Teodosius Dobzhansky (1973) señaló que “en biología nada tiene sentido si no es a la luz de la evolución”.

La sentencia de Dobzhansky es acertada en un sentido profundo ya que, considerando que todo sistema biológico deriva de la modificación de otro sistema precedente, no es posible una comprensión profunda de ningún ser vivo sin la elucidación de la historia que le dio origen, y son los modelos de la biología evolutiva los que aportan esta aclaración (González y Martin 2011).

La distinción, debida principalmente a Ernst Mayr (1998), entre causas próximas y causas últimas ayuda a comprender la relevancia de la biología evolutiva. De acuerdo con esta distinción, todo rasgo biológico puede (y debe) ser explicado en dos niveles de análisis distintos y complementarios. Por un lado, se puede preguntar el “cómo” y de otro lado ¿por qué es como es y no de otro modo? (González y Martin 2011).

Ambos tipos de explicaciones (aquellas basadas en las causas próximas y aquellas basadas en las causas últimas) son necesarias si se busca construir una explicación completa del rasgo de interés. (González y Martin 2011). Así pues, ningún sistema biológico puede ser comprendido en profundidad sin la elucidación de sus causas últimas ofrecida por la biología evolutiva. (González y Martin 2011).

Tal como señala Futuyma (2009) “La perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría

unificadora de la biología”. Este es el motivo por el cual suele afirmarse, tal como tal como hace Futuyma en la cita precedente, que la teoría de la evolución constituye un principio unificador en biología (González y Martín 2011).

Así, además de brindar explicaciones sobre el origen de la diversidad biológica y de la adaptación, innumerables fenómenos más particulares, y de un interés más directo para el público general, encuentran explicación en esta disciplina. Entre estos fenómenos pueden mencionarse:

- El origen de nuestra especie a partir de primates no humanos (Mayr, 1998).
- El origen y función de nuestros rasgos anatómicos y fisiológicos (Nesse y Williams, 2000).
- El origen y función de nuestros rasgos psicológicos (Nesse y Williams, 2000; Pinker, 2003).
- El origen de nuestras enfermedades y el fundamento de ciertos tratamientos (Soler, 2002).
- El origen de la resistencia a venenos de plagas y patógenos (Nesse y Williams, 2000).
- El origen de las razas de animales y plantas domésticos (Dawkins, 2009).

Más allá de su importancia al interior de las ciencias biológicas, los modelos de la biología evolutiva tienen implicancias para otras áreas del saber cómo la epistemología, la ética, la medicina, la agricultura, las ciencias ambientales y las humanidades, entre otras (Camacho, 2002; Soler, 2002) y permiten explicar un sinnúmero de fenómenos de gran relevancia, ya sea por su relación con la vida cotidiana o por su capacidad para configurar una cosmovisión científica del mundo orgánico en general y de nuestra especie en particular (Futuyma, 2009).

La biología evolutiva y la medicina La aplicación de la teoría evolutiva al estudio y al tratamiento de enfermedades es una línea de investigación que ha dado lugar a la llamada medicina evolutiva y constituye un nuevo punto de vista desde el que estudiar las enfermedades y poder luchar contra ellas (Soler, 2002).

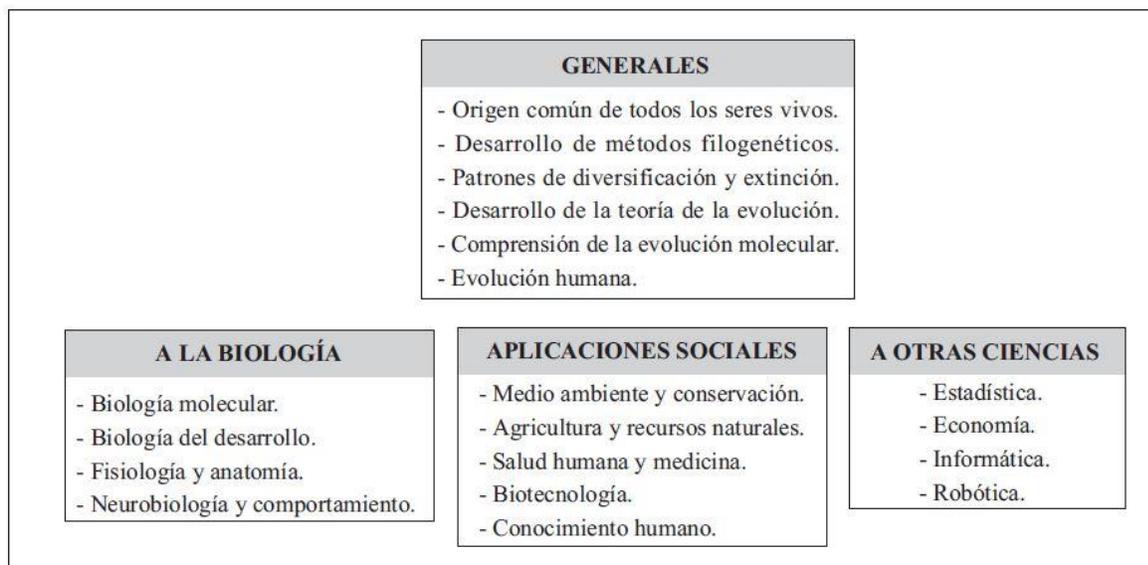
Desde este punto de vista se puede explicar fácilmente por qué los patógenos desarrollan resistencia a fármacos y su virulencia es muy variable, por qué cuando se utilizan fármacos para disminuir los síntomas de una enfermedad muchas veces lo que se consigue es agravar la enfermedad, por qué siguen existiendo algunas enfermedades genéticas que deberían de haber desaparecido durante nuestra historia evolutiva, por qué envejecemos, o por qué algunas células de nuestro organismo, en un momento dado, “deciden” no diferenciarse en células del tejido en el que aparecen y se dividen sin control produciéndose un cáncer, etc. (Soler, 2002).

Contribuciones del estudio de la evolución Entre los logros de los biólogos evolutivos en su estudio de la historia y los procesos de la evolución se destaca (Camacho, 2002):

- El establecimiento de que todos los organismos han evolucionado a partir de un antecesor común durante más de tres mil quinientos millones de años de historia terrestre.
- El desarrollo de métodos para inferir la filogenia, es decir, las relaciones genealógicas entre los organismos.
- La descripción de los patrones de diversificación y extinción en el registro fósil.
- Se han desarrollado y probado las teorías generales que explican la evolución de los caracteres fenotípicos, incluyendo los caracteres complejos tales como el comportamiento cooperativo y la senescencia.
- Se ha progresado sustancialmente en la comprensión de la evolución al nivel molecular.
- Se han desentrañado muchos aspectos de la evolución humana. (Camacho, 2002)

Lo anterior se aprecia de manera resumida en la Figura 1-1, donde se agrupan las contribuciones del estudio de la EB en cuatro categorías:

Contribuciones generales, contribuciones a la biología, contribuciones a otras ciencias y contribuciones a las aplicaciones sociales.

Figura 1-1 Contribuciones del estudio de la Evolución Biológica

Fuente: tomado de Juan Pedro M. Camacho; Interés del estudio de la evolución, Publicado en temas de Biología evolutiva, recuperado de http://www.sesbe.org/temas_bio_evo, el 24 de nov de 2013, 8:00 pm

1.2 Enseñanza y Enseñabilidad

Hay que establecer diferencias en la manera como puede verse la enseñanza de un área y en particular de un área derivada de las ciencias experimentales, en este caso la biología, especialmente la biología evolutiva.

En primer lugar, la enseñanza de carácter empiro-positivista de los contenidos de las ciencias experimentales, se les presentan a los alumnos como productos inmodificables ya elaborados que han de memorizar, sin que entren en juego sus estructuras conceptuales, metodológicas, estéticas, actitudinales y axiológicas; tal concepción crea y establece en ellos una *relación de externalidad* con los saberes científicos experimentales. (Gallego y Pérez, 1999)

En segundo lugar, la enseñanza desde las perspectivas deductivistas-constructivistas, que por el contrario, pretende romper esa relación de externalidad, instaurando un proceso de apropiación en el que el aprendiz penetra, desde su interpretación, la

estructura disciplinar, construyendo en principio, la que le parece más adecuada, a la vez que se deja penetrar por la construcción que ha hecho. (Gallego y Pérez, 1999)

De acuerdo con lo anterior se debe: diferenciar entre la enseñanza tradicional, centrada en docentes operarios y en la transmisión de información, y la enseñanza, que corresponde a los enfoques constructivistas de la educación, hablar de la enseñabilidad, que es una construcción colectiva y que fundamenta la diferencia entre las dos maneras de enseñar.

1.2.1 Enseñanza

La actividad de enseñar ciencias es afectada por las concepciones sobre aprendizaje, alumno y profesor, por las intencionalidades curriculares y por los compromisos epistemológicos mismos de los profesores. De hecho, lo es también por la clase de formación profesional de que han sido objeto esos profesores. (Gallego y Pérez, 1999).

En el contexto de los compromisos epistemológicos de naturaleza empiro-positivista (que persiguen un aprendizaje memorístico y repetitivo) de las ciencias experimentales, el enseñar se ve reducido a la transmisión de información adecuada a los supuestos niveles de comprensión de los estudiantes, supuestos que por lo general postulan que la mente de los estudiantes está vacía. Los saberes únicamente se didactizan, simplificándolos, para ponerlos en el nivel de las estructuras de significados y de significaciones de los estudiantes; de esta manera, no son ellos quienes acceden, sino que son los docentes quienes se los entregan como producto terminado, independiente de los procesos históricos de construcción. Son, así, verdaderos intermediarios entre las comunidades científicas y los estudiantes; en consecuencia, la pedagogía y la didáctica de las ciencias experimentales son meras instrumentaciones. (Gallego y Pérez, 1999).

1.2.2 Enseñabilidad

La enseñabilidad de las ciencias experimentales les compete, principalmente, a profesores que realizan su trabajo en el interior de su compromiso con su proyecto de vida, con un proyecto epistemológico, pedagógico y didáctico, de carácter investigativo, fundamentado en la ciencia. Además, es esta empresa la que los diferencia significativamente de los *docentes operarios*, centrados en la transmisión de información. (Gallego y Pérez, 1999).

La enseñabilidad puede ser planteada desde múltiples interrogantes:

¿Es un saber científico en sí enseñable? ¿En qué medida es enseñable? ¿Qué condiciones previas se requieren para pensar esas posibilidades de enseñabilidad? ¿A quién es enseñable? ¿Para qué y por qué ha de enseñarse? ¿Desde dónde se exige la enseñanza de un saber científico? (Gallego y Pérez, 1999).

¿Qué se requiere para hacer factible su enseñanza? ¿Es el sujeto a quien se le enseña un ente pasivo y meramente receptor de esa enseñanza? ¿Describe y explica ese saber científico un conjunto de aconteceres, fenómenos y fenomenologías acerca de los cuales los alumnos han hecho elaboraciones, independientemente de que no sean las admitidas por las comunidades científicas? (Gallego y Pérez, 1999).

La enseñabilidad se fundamenta en:

- La historia de la misma ciencia o en su carácter epistemológico
- El estatuto epistemológico de la disciplina
- Las necesidades y características culturales y de lenguaje de los alumnos como sujetos cognoscentes activos y concretos (Gallego y Pérez, 1999).

La enseñabilidad posibilita:

- Estructurar el pensamiento y permite tener una mirada más amplia del saber
- Lleva al estudiante a descubrir el saber, una construcción del saber, partiendo de los conocimientos previos (Gallego y Pérez, 1999).

La enseñabilidad plantea a los docentes retos como:

- El diseñar estrategias y modelos pertinentes para representar cada tema en función de la manera propia de cada alumno de contemplar las cosas.
- Desde la enseñabilidad del contenido científico elaborar los principios pedagógicos y criterios que permitan influir en la estructura cognoscitiva previa del alumno para elevar el nivel de precisión, corrección y transferencia a su propia vida de los nuevos conocimientos (Gallego y Pérez, 1999).

La enseñabilidad del saber racional de las ciencias en su lógica, contenido y estrategias metodológicas, constituye la condición sobre la que se pueden desplegar acciones inteligentes, valorativas y creativas de manera coordinada y sistemática, para lograr mayores niveles de humanización bajo orientación pedagógica. (Gallego y Pérez, 1999).

La enseñabilidad es pues una construcción colectiva no tangible pero que posibilita la materialización de acciones pedagógicas y procesos didácticos centrados en el estudiante, y de manera concreta esa materialización es el fundamento de una intervención curricular, expresada en Fines, Objetivos, Contenidos y Secuencias didácticas de los programas escolares.

1.3 Enseñanza de la Evolución Biológica

El proceso de enseñanza- aprendizaje comprende al sujeto (quien aprende) y al objeto de conocimiento (lo que se aprende), quienes se encuentran a través de la labor del docente (facilitador u orientador), que a su vez también es sujeto y está en constante enriquecimiento de su labor.

Por ello, al momento de analizar las dificultades relacionadas con el aprendizaje de un tema en específico, se hace obligatoria la inclusión como elementos de estudio al tema en cuestión y por supuesto su estructura, su importancia y su pertinencia; al estudiante con sus aptitudes y obstáculos y al docente con sus posibilidades y dificultades a la hora de realizar su labor.

1.3.1 Pertinencia e Importancia de la enseñanza de la evolución

La teoría evolutiva constituye el paradigma central de la biología moderna (Álvarez, *et al* 2010) La importancia de esta teoría en el desarrollo conceptual de la biología ha sido enorme y, pese a las insuficiencias que todavía hoy posee, se puede afirmar, como hacía el evolucionista T. Dobzhansky (1973), que “nada tiene sentido en biología excepto bajo el prisma de la evolución”. En efecto, la comprensión de la vida está ligada directamente a la concepción evolucionista.

Las ideas evolucionistas han ejercido un fuerte impacto sobre la forma de pensar no sólo en el terreno de las ciencias biológicas, sino también en el ámbito filosófico y en el campo de las ciencias sociales. Esta influencia de la biología evolutiva sobre el pensamiento y la

cultura occidental ha sido importante desde los orígenes del darwinismo y, en los últimos años, con la aparición de la socio-biología y, más recientemente, de la psicología evolucionista (Caponi, 2009; Gonzalez y Martin 2011).

No es de extrañar que, poco a poco, la interpretación de la conducta humana y de los procesos sociales en relación a la evolución esté proporcionando una gran abundancia de hipótesis explicativas en antropología, economía, sociología, psicología, medicina o política, abarcando temas que van desde la xenofobia y la guerra hasta el lenguaje y la moralidad, pasando por el uso adecuado de los antibióticos o el análisis de los distintos aspectos de la sexualidad humana (Caponi, 2009; Gonzalez y Martin 2011).

La posibilidad de que surjan interpretaciones erróneas de las hipótesis científicas o de que se produzca un mal uso de las mismas se incrementa considerablemente a causa de un conocimiento insuficiente de los temas y a la confusión, más o menos interesada, de las cuestiones científicas con las cuestiones éticas y sociales. En consecuencia, parece imprescindible informar con veracidad a la sociedad para que ésta sea lo menos manipulable posible y pueda decidir sobre su futuro con auténtica autonomía (Ruiz *et al* 2012).

Para ello, nada mejor que proporcionar a nuestros alumnos una formación que les permita integrar desde una perspectiva evolutiva los conocimientos biológicos que van adquirir durante sus estudios y que, al tiempo, les sirva de soporte para una reflexión de carácter más filosófico y antropológico sobre el ser humano y su naturaleza (Ruiz *et al* 2012).

La tarea de dar a conocer el pensamiento evolutivo, de analizar su posible influencia sobre los valores culturales de nuestra sociedad, de extender su conocimiento en el ámbito docente y de integrar en el currículo escolar estas ideas, puede parecer en estos momentos algo conveniente pero, con casi total seguridad, se convertirá en una exigencia imprescindible en un futuro no muy lejano (Ruiz *et al* 2012).

Según Caponi (2009), se puede justificar la necesidad de enseñar biología evolutiva como parte de la enseñanza obligatoria señalando que se trata de un conjunto de contenidos que:

- Es central para las ciencias biológicas.

- Permite explicar numerosas cuestiones relevantes para cualquier ciudadano.
- Propicia la reflexión sobre la naturaleza de las ciencias.

Esta particular situación y otros aspectos de la teoría evolutiva convierten su enseñanza en una instancia de gran potencial para trabajar en las aulas sobre las características que distinguen a la ciencia de la no-ciencia, entre otras cuestiones referidas a la naturaleza de las ciencias (Lederman, 2007; Marone y López de Casenave, 2009).

En consecuencia, la biología evolutiva no será un inciso o un capítulo más de los programas de estudio, sino la explicación necesaria para entender el origen y la historia de los fenómenos biológicos que estudia la biología funcional (Gonzalez y Martin 2011).

La enseñanza y el aprendizaje de la biología evolutiva enfrentan el reto de diseñar sistemas curriculares que permitan comprender las causas próximas que explican cómo los seres vivos funcionan, se constituyen, se reproducen, se comportan, y por qué funcionan como lo hacen y tienen la forma que efectivamente tienen (Mayr, E, 1998).

La vinculación de los conocimientos biológicos funcionales y evolutivos con problemas contemporáneos es también una tarea pendiente, que contribuirá a la formación de ciudadanos que saben y pueden tomar decisiones informadas y participar en la construcción de mejores relaciones con sí mismos, con la sociedad y con el ambiente (González y Meinardi, 2009).

La trascendencia de los procesos educativos está en la claridad de los fines que se persiguen, la interacción y la coherencia de los actores y de las herramientas de que estos dispongan para hacer andar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la biología y de las explicaciones próximas y remotas que esta disciplina ofrece para comprendernos, para vivir en sociedad y para armonizarnos con el medio ambiente. (González y Meinardi, 2009).

1.3.2 Algunos problemas en el aprendizaje y la enseñanza de la Evolución Biológica

La Tabla 1-1 resume las principales dificultades que se han encontrado en los estudiantes de básica secundaria al momento de estudiar la Evolución Biológica. Dificultades que se exponen de manera resumida y encontradas por varios autores, los

que se citan. De igual forma, (en la Tabla 1-2) se exponen las dificultades relacionados con los docentes a la hora de presentar este tema a los estudiantes.

Tabla 1-1 Resumen de las dificultades, referidas por varios autores, en los estudiantes el estudiar Evolución Biológica

Problema de aprendizaje	Referencia bibliográfica	Descripción de situación
Prevalencia de enfoque Lamarckiano	Gené 1991 Junwgrirt 1975 Brumbi 1980 Hallden 1988 Kinnear y Martin 1983; Fernández y Sanjosé 2007	Los estudiantes de países como Israel, Inglaterra, Suecia, Australia entre otros, recurren a principios Lamarckistas para explicar el proceso evolutivo. Esto también puede evidenciarse luego de atravesar la etapa escolar, a nivel universitario.
Dificultades para comprender los mecanismos de evolución	Grau y de Manuel 2002	Los estudiantes tienen una visión simplista del proceso evolutivo que impide considerar y analizar todos los factores asociados e influyentes en el proceso evolutivo.
Falencias para relacionar los procesos evolutivos y la información genética de los seres vivos	Ayusso y Banet 2002 Campos y Cortes 2005	Los vacíos conceptuales que se presentan a nivel genético impiden a los estudiantes alcanzar la comprensión de los postulados del Neodarwinismo.
Poca habilidad para describir los niveles en los que ocurre la evolución	Hernández, Álvarez y Ruiz 2009	Los estudiantes tienen dificultades para comprender la evolución como fenómeno poblacional que ocurre a partir de cambios en los individuos que se instalan en la población de forma gradual. Existe una visión ontogénica de la evolución, que hace que la perciban como parte del ciclo de los individuos no en un linaje o filogenia.
Concepciones teleológicas	Galli 2011	Los estudiantes asumen a la evolución como un proceso dirigido a un fin determinado.

Problema de aprendizaje	Referencia bibliográfica	Descripción de situación
Niveles operacionales en el pensamiento de los estudiantes	Tamayo Hurtado Hernández, Álvarez y Ruiz 2009 Díaz, Ércoli y Ginestra	Los estudiantes no poseen los niveles de abstracción requeridos para la comprensión del proceso evolutivo que involucra conceptos con un alto nivel de complejidad
Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación	Grau y de Manuel 2002 Carrascosa 2005	La forma como los medios de comunicación hacen uso de términos científicos, da origen a concepciones erradas o distorsionadas del proceso evolutivo, generando pre-saberes o ideas previas equivocadas y difíciles de superar.
Antropocentrismo	Grau y de Manuel 2002 Galli 2011	La perspectiva antropocéntrica lleva al estudiante a pensar la evolución como un proceso bajo el dominio de las poblaciones, es decir que sea sinónimo de una adaptación deliberada al ambiente

Fuente: Tomado y adaptado de: Rocha, Bravo M, enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, 2012.

Tabla 1-2 Resumen de las dificultades, referidas por varios autores, presentes en los docentes en la enseñanza de La evolución Biológica

Problema en la enseñanza	Referencia bibliográfica	Descripción de situación
Visión incorrecta sobre la naturaleza y la labor científica	McComas y Almazroa Hernández, Álvarez y Ruiz 2009	Cuando el docente no considera aspectos como la epistemología y dinámicas del pensamiento científico, podría transmitir el conocimiento de forma limitada o parcializada.
Poco dominio conceptual	Magaña 2004 Bar 2008 Hernández, Álvarez y Ruiz 2009 Oleques 2011	En algunos docentes se perciben vacíos, con errores conceptuales que se reflejan en la forma como los estudiantes aprenden del tema.

Problema en la enseñanza	Referencia bibliográfica	Descripción de situación
Estrategias y metodologías de enseñanza poco adecuadas	Bar 2008 Magaña 2004	Las estrategias empleadas por maestros reafirman preconceptos errados o no posibilita una real comprensión de la evolución biológica.
Incidencia de concepciones religiosas en su discurso	Soto –Sonera 2009	Existe un conflicto entre las concepciones religiosas del docente y la manera como evita enseñar este tema o su enseñanza inadecuada.
Uso de libros de texto inadecuados como referentes de preparación de clase	Jiménez 1990	Después de haber revisado 17 libros de texto, la autora concluye que existen deficiencias en la mayoría de los textos, y aspectos relevantes dentro de la teoría evolutiva como lo son la herencia y la variación intraespecífica se les presta poca atención

Fuente: Tomado y adaptado de: Rocha, Bravo M, enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín, 2012.

1.3.3 Algunas estrategias para la enseñanza de la evolución biológica

Durante los años recientes se ha incrementado la preocupación, de los docentes e investigadores, por la enseñanza de la EB, y se han hecho varias propuestas para abordar ese tema, a continuación, en la Tabla 1-3, se exponen de manera resumida algunas propuestas hechas por varios autores para la enseñanza de la Evolución Biológica.

Tabla 1-3 Resumen de algunas propuestas hechas por diversos autores para la enseñanza de la Evolución Biológica

Propuesta	Referencia	Idea central
Renuncia al modelo tradicional de enseñanza	Ayuso, 2002	Consideración de ideas previas. Dar mayor protagonismo al estudiante. Consideración de la ciencia como una actividad humana.

Propuesta	Referencia	Idea central
Partir de las ideas previas de los estudiantes	Jiménez Alexandre, 1991	Considerar la siguiente secuencia como una forma de trabajar en torno a las ideas previas de los estudiantes: <ul style="list-style-type: none"> • Basarse en investigación. • Estrategias para la exploración y discusión de sus ideas • Actividades para provocar el conflicto conceptual • Introducir los modelos de la ciencia escolar. • Aplicación de las nuevas ideas a distintos contextos y a la resolución problemas Proponer a estudiantes una comparación explícita entre las ideas antiguas y nuevas.
Inclusión del tema de evolución biológica en la educación primaria	Paz 1999	A través de estrategias innovadoras, incluir el estudio de la evolución en primaria
Utilizar el tema de evolución como transversal de las clases de ciencias naturales	Araujo y Roa 2011	Que las clases de ciencias naturales se desarrollen en torno al tema de evolución que podría dar explicaciones al funcionamiento y estructura de los seres vivos y la resolución de situaciones problemas asociadas a la salud, entre otras.
Aprendizaje por proyectos	Cook 2009	Uso de preguntas generadoras que permitan al estudiante el desarrollo de proyectos que posibiliten la interpretación y aplicación de teorías evolutivas
Uso del concepto de población y de especie como elementos interdisciplinarios	Tejada 2009	El concepto de población y especie ofrece una perspectiva no sesgada del proceso evolutivo y podrían permitir de una mejor forma la comprensión de la evolución y los niveles de organización en los que ocurre.
Aplicar el modelo de evolución por selección natural	Galli 2011	Implementar un modelo que a partir del conocimiento de la selección natural, permita a los estudiantes tener una visión más acertada de las concepciones teleológicas de la evolución
Uso del juego como herramienta metodológica	Araujo Llamas, 2011	El juego a través de actividades como video juegos, juegos con situaciones reales como la <i>Biston bitularia</i> y <i>carreras de observación</i> pueden permitir de una manera significativa el aprendizaje de temas como la selección natural, el cambio biológico y reproducción diferencial
Uso de nuevas tecnologías		La red es visualizada como un instrumento potencialmente valioso en la consecución de un aprendizaje significativo que le permite al estudiante aprender de una forma diferente y le brinda la posibilidad de acceder a situaciones, eventos y fenómenos que de otra forma le resultarían inalcanzables.
Articulación de la evolución biológica con otros temas de la biología	Díaz, Ércoli, y Ginestra 2011	Es importante la adecuación de los contenidos relacionados con la evolución a los diferentes niveles de escolaridad y su articulación con disciplinas, como Anatomía Comparada, Genética, Paleontología, Embriología, Geología y la necesidad de considerar como elementos imprescindibles de formación la epistemología y la conciencia científica

Fuente: Tomado y adaptado de: Rocha, Bravo M, enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria, universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias, Medellín, 2012

1.4 Orientaciones generales del MEN

En Colombia se pasó de trabajar un currículo y un plan de estudios nacionales diseñados bajo la responsabilidad del Ministerio de Educación a currículos diseñados en las instituciones educativas con sujeción a pautas nacionales y con la asesoría de las secretarías de educación, de las juntas municipales de educación y del MEN mismo. (MEN 2004)

Colombia hace parte de los países que reconoce autonomía a las instituciones educativas y por ello descentraliza, en alguna medida, el currículo para la educación formal. El desarrollo de esta medida exige conocer y manejar una serie de tensiones provenientes de los requerimientos para que los currículos atiendan las características locales sin perder de vista las exigencias de atención a los aspectos regionales, nacionales, internacionales y planetarios (MEN 1998).

La necesidad de manejar esas tensiones explica el hecho de que la Ley 115 al mismo tiempo que consagra la autonomía escolar crea unos reguladores del currículo que son los lineamientos generales de los procesos curriculares y los indicadores de logros curriculares.

1.4.1 Lineamientos curriculares

De acuerdo con el Artículo 67 de la Constitución Política de Colombia⁵: *"La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente..."*.

Los lineamientos curriculares son orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que define el MEN con el concurso de la comunidad académica educativa para apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas obligatorias y

⁵ Tomado de Serie Lineamientos Curriculares, MEN, y recuperado de : <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-80860.html> el 16 de dic de 2012 a las 18 horas

fundamentales definidas por la Ley General de Educación en su artículo 23. En el proceso de elaboración de los Proyectos Educativos Institucionales y sus correspondientes planes de estudio por ciclos, niveles y áreas, (Ministerio de Educación Nacional. 1998; Ministerio de Educación Nacional 2004).

El documento está estructurado en tres grandes partes.

La Primera Parte se refiere a los referentes teóricos para el diseño, desarrollo y evaluación del currículo autónomo de las instituciones. Contiene referentes filosóficos y epistemológicos, referentes sociológicos y referentes psico-cognitivos

La Segunda Parte hace referencia a las implicaciones que los referentes teóricos tienen en la pedagogía y la didáctica. Invita al docente a mejorar su rol de educador, asigna un nuevo papel al laboratorio de ciencias, aporta elementos para mejorar el proceso de evaluación del aprendizaje y finalmente propone una alternativa didáctica renovadora, que debe tomarse como punto de referencia, pero que de ninguna manera constituye una camisa de fuerza a seguir. Más bien, debe ser interpretada como una invitación a los docentes a que construyan sus propias propuestas didácticas (ver Anexo A).

La Tercera Parte muestra un ejemplo de aplicación de los lineamientos en el diseño de una propuesta curricular, que al igual que en los casos anteriores sólo pretende señalar horizontes deseables o rutas posibles, sin que ellas sean obligatorias.

En los citados lineamientos específicamente, en el referente epistemológico plantea lo siguiente:

El mundo de la vida: punto de partida y de llegada

El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental en el Mundo de la Vida:

(...)El mundo, tal como hoy lo concebimos, es el producto de largos procesos evolutivos que han sido reconstruidos en la mente del ser humano gracias a su imaginación combinada con la experimentación y la observación cuidadosa. (...) El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental es precisamente el de ofrecerle a los estudiantes Colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente. Este conocimiento debe darse en el estudiante en forma tal que pueda entender los procesos evolutivos que hicieron posible que hoy existamos como especie cultural y de apropiarse de ese acervo de conocimientos que le permiten ejercer un control sobre su entorno, siempre acompañado por una actitud de humildad que le haga ser consciente siempre de sus grandes

*limitaciones y de los peligros que un ejercicio irresponsable de este poder sobre la naturaleza puede tener.*⁶

Luego en las orientaciones sobre la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental, el MEN propone:

“La enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental debe enfatizar en los procesos de construcción más que en los métodos de transmisión de resultados y debe explicitar las relaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en la vida del hombre, la naturaleza y la sociedad”

Y de igual manera dice:

“El proceso educativo en las ciencias naturales y la educación ambiental debe ser un acto comunicativo en el que las teorías defectuosas del alumno se reestructuran en otras menos defectuosas bajo la orientación del profesor”

1.4.2 Contenidos curriculares por grupos de grados

El MEN plantea además en sus lineamientos curriculares una propuesta de contenidos científicos básicos, por grupos de grados y para tres procesos: procesos físicos y químicos y biológicos. Los contenidos científicos básicos que se registran a continuación son propuestos por el MEN para el caso de los procesos biológicos, para ver los contenidos completos, se recomienda ver el Anexo A

Preescolar, primero, segundo y tercer grados

- **Conocimiento de procesos biológicos**

Procesos vitales y organización de los seres vivos: Lo que comen las personas y los animales. Lo que absorben las plantas. Los ambientes donde viven las personas, los animales y las plantas.

Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos: Los animales que duermen de noche y los que duermen de día. Los animales que vuelan, los que nadan, los que caminan y los que reptan.

Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: El agua y la vida de los animales y las plantas y su relación con la vida del hombre. El agua de los ríos, las quebradas, las cañadas,

⁶ Serie lineamientos curriculares. MEN Ministerio de Educación Nacional. . (1998). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Magisterio

las ciénagas y los animales que viven en ellos o cerca de ellos y su relación con las industrias y la agricultura. El agua del mar y los animales que viven en él o cerca de él. Los árboles, el musgo y la lluvia y los problemas que encontramos cuando la acción del hombre altera las relaciones entre ellos. La lluvia y los animales. Las selvas húmedas. La luz del sol y las zonas térmicas en la tierra y sus formas de vida y sus relaciones con los factores contaminantes.

Intercambio de energía entre los ecosistemas: La luz del sol y los seres vivos. La respiración en las personas, los animales y las plantas.

Cuarto, quinto y sexto grados

- **Conocimientos de procesos biológicos**

Procesos vitales y organización de los seres vivos: Identificación de algunos sistemas (órganos y aparatos) de los seres vivos y la función que ellos cumplen: las partes de una planta; los sistemas digestivo, respiratorio, reproductor, etc., en personas y animales.

Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos: Los ciclos de vida de personas, animales y plantas. La reproducción y la herencia. Relaciones entre diversas especies animales, vegetales y organismos inferiores: cadenas y redes alimentarias. Relaciones de la especie humana con las demás especies vivas y con los seres no vivos. La contaminación y las amenazas contra la vida en el planeta tierra.

Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: Las personas, los animales y las plantas que viven en las selvas húmedas. Los animales y las plantas que viven en el mar. Las personas, los animales y las plantas que viven en el desierto. Las personas, los animales y las plantas que viven en las sabanas.

Las características biológicas y psicológicas de personas y animales y sus relaciones con el entorno.

Intercambio de energía entre los ecosistemas: Ciclos de la materia, niveles de organización de los seres vivos y circulación y transformación de la energía

Séptimo, octavo y noveno grados

- **Conocimiento de procesos biológicos**

Procesos vitales y organización de los seres vivos: Diversos niveles de organización de los seres vivos y la célula como el mínimo sistema vivo. Los procesos vitales: respiración, excreción, crecimiento, nutrición, reproducción, fotosíntesis. Los procesos de intercambio de materia y energía de un sistema con su entorno: homeóstasis y metabolismo. El sistema nervioso y el sistema endocrino como sistemas integradores del organismo. El conocimiento de los sistemas y su fisiología al servicio de la salud.

Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos: Evolución de la vida en el planeta Tierra. Biodiversidad. Código e información genética (genes y cromosomas); reproducción y división celular. Los factores genéticos, los factores adquiridos en un organismo y la interacción entre ellos. El concepto de selección natural. La información genética y la síntesis de proteínas.

Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: Relación entre depredadores y depredados. La especie humana como depredadora y los peligros que ella representa para la vida en el planeta. La especie humana como “red neuronal” que puede orientar la dinámica del planeta tierra como ser vivo hacia una calidad de vida mejor.

Intercambio de energía entre los ecosistemas: El concepto de equilibrio ecológico. El papel de cada especie en el mantenimiento del equilibrio ecológico, en particular el de los microbios y bacterias. El flujo de energía en el intercambio que se da entre los diversos sistemas de un ecosistema. El principio de economía de energía en el intercambio entre los sistemas de un ecosistema.

Para los grados décimo y undécimo no se presenta ninguna propuesta de contenidos en conocimientos de procesos biológicos, el MEN plantea que en esta etapa se debe presentar temas integradores de las ciencias naturales, y se supone que los conocimientos básicos deben ser profundizados y acercarnos al lenguaje de la ciencia, por ello deben prevalecer contenidos sobre casos especiales de evolución, problemáticas ambientales globales y las modernas teorías de la biología como autopoiesis, evolución simbiótica, coevolución

El MEN, con todo lo anteriormente citado (ver Anexo A), orienta la formación en Ciencias Naturales hacia una mirada constructivista. Y al introducir la visión disciplinar e interdisciplinar, epistemológica e histórica; al igual que la mirada sociocultural y la evaluación del rol del docente; el MEN orienta la enseñanza de las ciencias naturales hacia la construcción de una enseñabilidad Institucional.

1.4.3 Estándares Básicos de competencia

Los Estándares de Competencias Básicas son criterios claros y públicos que permiten establecer los niveles básicos de calidad de la educación a los que tienen derecho los niños de todas las regiones del país, en todas las áreas que integran el conocimiento escolar.⁷

Los estándares básicos están organizados, para el caso de las ciencias naturales, en tres procesos que deben realizar los estudiantes para el desarrollo de sus competencias (MEN, 2004), dichos procesos están ordenados en tres columnas:

- Me aproximo al conocimiento como científico natural.
- Manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales
- Desarrollo compromisos personales y sociales (MEN, 2004).

Para el caso de los conocimientos propios de las ciencias naturales, estos se dividen en tres grandes grupos de conocimientos:

- **Entorno vivo** competencias para entender la vida, los organismos vivos, sus interacciones y transformaciones.
- **Entorno físico** Competencias para entender el entorno donde viven los organismos, las interacciones que se establecen y explicar las transformaciones de la materia.
- **Ciencia tecnología y sociedad** Competencias que permiten la comprensión de los aportes de las ciencias naturales para mejorar la vida de los individuos y de las

⁷ Tomado Estándares Básicos de Competencia en Ciencias, MEN, y recuperado de la página web Al Tablero: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87440.html>.

comunidades, así como el análisis de los peligros que pueden originar los avances científicos.

Para los grados de 0 a 9º, el MEN agrupa los eventos que ocurren en la naturaleza, es decir, procesos biológicos, procesos químicos y procesos físicos en los entornos Biológicos y Físicos. Mientras que para los grados 10º y 11º el MEN plantea en el caso de entorno físico dos sub procesos, procesos químicos y procesos físicos.

En los estándares básicos de calidad se hace un mayor énfasis en las competencias, sin que con ello se pretenda excluir los contenidos temáticos (MEN 2004).

No hay competencias totalmente independientes de los contenidos temáticos de un ámbito del saber -qué, dónde y para qué del saber-, porque cada competencia requiere conocimientos, habilidades, destrezas, comprensiones, actitudes y disposiciones específicas para su desarrollo y dominio (MEN 2004).

Sin el conjunto de ellos no se puede valorar si la persona es realmente competente en el ámbito seleccionado. La noción actual de competencia abre, por tanto, la posibilidad de que quienes aprenden encuentren el significado en lo que aprenden. (MEN, 2004)⁸

En la Tabla 1-4 se puede ver el resumen de algunos de los estándares básicos de competencia, que el MEN plantea para el área de Ciencias Naturales, se citan solo los que corresponden al entorno vivo, porque son los que se refieren al mundo biológico y a sus procesos, para ver la totalidad de los estándares básicas de competencia ver el Anexo B

⁸ Ministerio de Educación Nacional. . (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Santa Fé de Bogotá: Espantapájaros Taller.

Tabla 1-4 Presentación de algunos Estándares Básicos de Competencia, en el entorno vivo, para la educación Básica, por grupos de grados

1-3	4-5
<ul style="list-style-type: none"> • Establezco relaciones entre las funciones de los cinco sentidos • Describo mi cuerpo y el de mis compañeros y compañeras. • Describo características de seres vivos y objetos inertes, establezco semejanzas y diferencias entre ellos y los clasifico. • Propongo y verifico necesidades de los seres vivos • Describo y verifico ciclos de vida de seres vivos • Reconozco que los hijos y las hijas se parecen a sus padres y describo algunas características que se heredan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos. • Identifico los niveles de organización celular de los seres vivos. • Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos...). • Identifico máquinas simples en el cuerpo de seres vivos y explico su función. • Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros • Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven. • Explico la dinámica de un ecosistema teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria). • Identifico fenómenos de camuflaje en el entorno y los relaciono con las necesidades de los seres vivos

Fuente: tomado y adaptado del original que se encuentra en Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Santa Fé de Bogotá: Espantapájaros Taller.

Tabla 1-4 Continuación

6-7	8-9
<ul style="list-style-type: none"> • Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes. • Clasifico membranas de los seres vivos de acuerdo con su permeabilidad frente a diversas sustancias. • Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células. • Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos. • Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos. • Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos. • Reconozco en diversos grupos taxonómicos la presencia de las mismas moléculas orgánicas. • Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías. • Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones. • Propongo explicaciones sobre la diversidad biológica teniendo en cuenta el movimiento de placas tectónicas y las características climáticas. • Formulo hipótesis sobre las causas de extinción de un grupo taxonómico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. • Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. • Justifico la importancia de la reproducción sexual en el mantenimiento de la variabilidad. • Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares. • Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica. • Identifico criterios para clasificar individuos dentro de una misma especie. • Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos. • Comparo y explico los sistemas de defensa y ataque de algunos animales y plantas en el aspecto morfológico y fisiológico. • Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos. • Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos. • Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.

Fuente: tomado y adaptado del original que se encuentra en Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Santa Fé de Bogotá: Espantapájaros Taller.

Tabla 1-4 Continuación

10-11
<ul style="list-style-type: none"> • Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos. • Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia. • Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural. • Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias. • Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios. • Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos. • Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas. • Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. • Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema. • Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.

Fuente: tomado y adaptado del original que se encuentra en Ministerio de Educación Nacional. . (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Santa Fé de Bogotá: Espantapájaros Taller.

1.5 La institución educativa

1.5.1 Breve historia

Esta institución educativa, fue fundada en el año 1.743 en virtud de las donaciones que hicieron respectivamente Don Cristóbal Botín y Doña María Lenis y Gamboa, ilustres habitantes de la región. Dicha fundación estuvo a cargo de la compañía de Jesús, cuyos representantes conocieron en Quito la cláusula testamentaria de don Cristóbal Botín, en la cual solicitaba, junto con el cabildo de Buga, el permiso de la corona española. La licencia fue concedida mediante real cédula de Felipe V, rey de España en noviembre de 1.743 y así se funda el colegio en la ciudad de Buga. En aquella época funcionaba en lo

que es hoy la sede de la universidad del Valle en Guadalajara de Buga, en la esquina de la calle 5ª con carrera 13.

En la actualidad está ubicado en la carrera 9 Nro. 2 sur 55 del barrio el albergue con una extensión de 14 hectáreas cuenta con una población de 2508 estudiantes distribuidos en las diferentes sedes.

En estos momentos se están realizando obras orientadas por el MEN para ampliar el número de aulas, construcción de piscina, cafetería, coliseo y pista de atletismo.

1.5.2 El currículo Institucional

El componente cognitivo del currículo, se presenta como una serie de asignaturas que componen las áreas, básicas y optativas: para el caso de Ciencias Naturales, este se ha estructurado en las asignaturas Química, Biología y Física, las cuales se dictan de sexto a noveno. Así: Biología en el primero y segundo periodo, Química en el tercer periodo y física en el periodo 4º. Para los casos de 10 y 11 solo se dictan Química y Física. En los grados de la básica primaria solo se dicta Biología

La planeación para el área se presenta escrita en el instrumento ilustrado en la Tabla 1-4, el instrumento es una matriz que consta de 6 columnas: *Periodo*, *Ejes articuladores*, *Estándar de competencia*, *Contenido conceptual*, *Contenido procedimental*, *Contenido actitudinal* y *Logros*. (Se recomienda, para leer en detalle el diseño curricular, ver el Anexo D).

Tabla 1-5 Instrumento utilizado para la Planeación Institucional, en el nivel ámbito curricular y en lo referente a los planes de las áreas en la IE Académico

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2009-2010 DISEÑO CURRICULAR DEL ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL Grado__					
Perio do	Ejes articuladores Estándar de competencia	Contenido conceptual	Contenido procedimental	Contenido actitudinal	Logros

Fuente: Tomado de la estructura general del (PEI) Proyecto Educativo Institucional, vigente a la fecha, IE Colegio Académico⁹

1.6 Investigación en educación

La investigación educativa cada vez toma mayor fuerza y vigencia. Está centrada en lo pedagógico, sea referida a los estudios históricos sobre la pedagogía; a la definición de su espacio intelectual; o a la investigación aplicada a objetos pedagógicos en busca del mejoramiento de la educación, como es el caso de la indagación sobre el currículo, los métodos de enseñanza y demás factores inherentes al acto educativo (tiempo de aprendizaje, medios y materiales, organización y clima de la clase, procesos de interacción o comunicación...)” (Restrepo, 2002).

Según lo anterior, la investigación educativa se centra en aspectos derivados de la enseñanza y el aprendizaje y que puede orientarse desde varias perspectivas, por ello puede ser asumida desde diversos enfoques, siendo uno de estos el estudio de caso.

Mertens (2005) concibe el estudio de caso como una investigación sobre un individuo, grupo, organización, comunidad o sociedad que es visto y analizado como una entidad

El estudio de Caso es un diseño especial de la investigación cualitativa (Hernández, *et al* 2010). Aunque en el 2008 el mismo autor había dicho que el estudio de caso se podría definir como “una investigación que mediante los procesos cuantitativo, cualitativo y/o mixto; se analiza profundamente una unidad integral para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teoría” (Hernández, *et al*, 2003).

La investigación cualitativa se enfoca a comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto (Hernández, *et al*, 2010).

⁹ El PEI Proyecto Educativo Institucional, es el proyecto educativo que elabora cada Institución Educativa El PEI fue contemplado en la **Ley General de Educación de 1994, en su artículo 73**. "Con el fin de lograr la formación integral del educando, cada establecimiento educativo deberá elaborar y poner en práctica un Proyecto Educativo Institucional en el que se especifiquen entre otros aspectos, los principios y fines del establecimiento, los recursos docentes y didácticos disponibles y necesarios, la estrategia pedagógica, el reglamento para docentes y estudiantes y el sistema de gestión, todo ello encaminado a cumplir con las disposiciones de la presente ley y sus reglamentos" (Art.73. Ley115/94). <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/printer-125469.html>, El PEI incluye muchos ámbitos, desde el horizonte institucional hasta los niveles de actuación docente, la inespecíficamente del componente “Diseño Curricular de las Áreas”.

El enfoque cualitativo se selecciona cuando se busca comprender la perspectiva de los participantes (individuos o grupos pequeños de personas a los que se investigará) acerca de los fenómenos que los rodean, profundizar en sus experiencias, perspectivas, opiniones y significados, es decir, la forma en que los participantes perciben su realidad (Hernández, *et al* 2010).

La investigación cualitativa es un proceso diferente al de la investigación cuantitativa, en la Figura 1-1 se puede ver que es iterativo, recurrente, que contiene una serie de pasos que le marcan esa diferencia.

Figura 1-2 Presentación Grafica de los pasos o etapas que se llevan a cabo en la Investigación Cualitativa



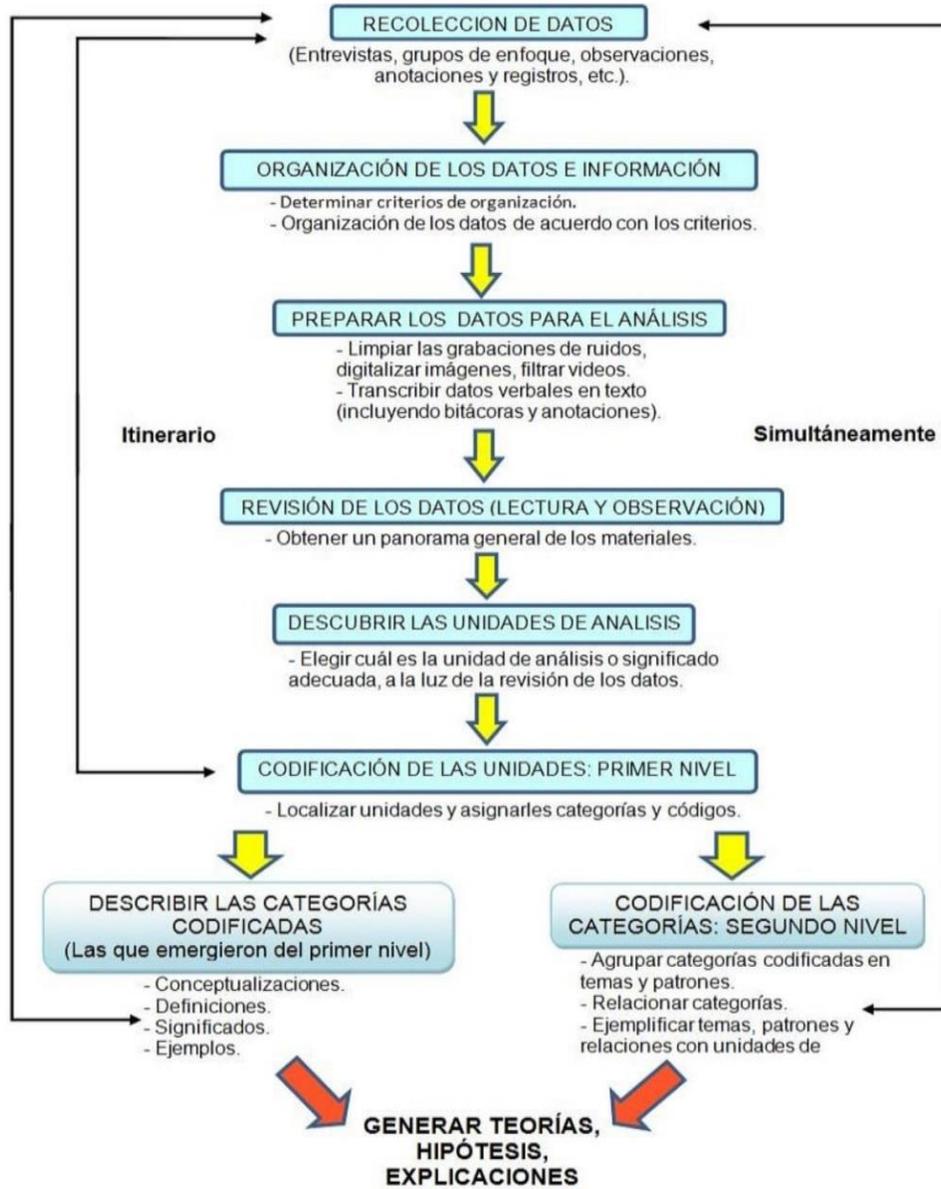
Fuente: Tomado y adaptado de Hernández, *et al* (2003), Metodología de la Investigación ¹⁰

En la investigación cualitativa, una vez, se ha recopilado la información se debe proceder a su análisis, ese análisis se hace de forma completamente diferente a lo realizado para los datos obtenidos en investigaciones cuantitativas, en esta ultima los datos se corresponden a variables preestablecidas desde el diseño mismo de la investigación, por el contrario y como puede apreciarse en la siguiente Figura1-2, los datos cualitativos se analizan siguiendo una serie de procesos, que van desde organizar los datos, transcribir entrevistas y encuestas si son abiertas, obtener un panorama general de la información, determinar unidades de análisis y categorizarlas si es el caso, y finalmente generar explicaciones hipótesis o conclusiones, todo este proceso es recurrente e iterativo, pues

¹⁰ Tomado y adaptado del original, Hernández *et al* (2003), se modificó el sentido de las flechas, para que se aprecie que el enfoque de esta investigación no es lineal si no recurrente, sistémico e iterativo

se puede volver al principio en cualquier momento, según se vaya profundizando en el análisis.

Figura 1-3 Procesos que se llevan a cabo para el análisis de los datos en la investigación cualitativa



Fuente: Hernández, *et al*; Metodología de la Investigación Cuarta edición (2003).

2 Metodología

2.1 Enfoque investigativo

Este trabajo se desarrolló en el marco de la investigación cualitativa, específicamente se trató de un estudio de caso, referido por Hernández, *et al* (2010) el cual se realizó en etapas, descritas anteriormente en el marco teórico, dichas etapas son:

- Definición del problema y objetivos de investigación
- Desarrollo del plan de investigación
- Recopilación de la información
- Análisis de la información
- Presentación de resultados.

Una vez definido el problema de investigación y formulado los objetivos, y para el desarrollo del plan de investigación y la recopilación de la información, que permitieron resolver las preguntas centrales de la investigación que fueron:

¿Cómo se enseña la Evolución Biológica en la IE académico?

¿Cómo plantea la enseñabilidad el Ministerio de Educación Nacional?

¿De qué manera está contextualizada la enseñanza en la IE con las propuestas del Ministerio de Educación Nacional?

¿De qué elementos se debe valer, la IE Colegio Académico, para la construcción de una enseñabilidad, de la Teoría de la Evolución Biológica (TEB)?

Se definieron cuatro etapas:

:

2.1.1 Etapa 1: indagación sobre algunos criterios docentes con respecto a la enseñanza de la evolución

Objetivo: Analizar los criterios, de diseño, las propuestas curriculares y la enseñanza, de algunos docentes de básica primaria y básica secundaria de la IE Académico con relación al tema de la evolución Biológica.

Actividades:

1. Indagación sobre criterios de diseño curricular.
2. indagación sobre de planes de curso de o mallas curriculares de Ciencias Naturales de básica primaria y secundaria.
3. indagación sobre la enseñanza de la evolución biológica.

2.1.2 Etapa 2: Evaluación de preconceptos e intereses de los estudiantes sobre la evolución biológica

Objetivo: Establecer las fortalezas y debilidades percibidas en los estudiantes sobre la evolución con base en sus preconceptos.

Actividades:

1. Verificación de intereses y expectativas de los estudiantes frente al tema.
2. indagación de conceptos previos mediante la aplicación de cuestionarios.

2.1.3 Etapa 3: Análisis de los fundamentos y disposiciones emanados desde el Ministerio de Educación Nacional

Objetivo: Identificar y describir la forma como el tema de evolución biológica esta propuesto desde el Ministerio de Educación Nacional en la básica secundaria (6°-9°).

Actividades:

1. Revisión de la estructura general del área a partir del estudio de los lineamientos curriculares, de los estándares con la mirada puesta en la enseñabilidad.

2.1.4 Etapa 4: Planteamiento de algunos elementos para la construcción colectiva de una propuesta orientada hacia la enseñabilidad de la Teoría Evolución Biológica (TEB)

Objetivo: Proponer una herramienta que facilite y optimice la enseñanza y aprendizaje de la evolución biológica.

Actividades:

1. Formulación de algunos elementos para la construcción colectiva de una propuesta orientada hacia la enseñabilidad de la Teoría Evolución Biológica (TEB).

2.2 Análisis de la información

Una vez realizadas las etapas de desarrollo de la investigación, la obtención de información y luego de leer los datos obtenidos se determinaron las siguientes unidades de análisis:

- Los actores del proceso de enseñanza aprendizaje, Docentes y Estudiantes
- El Ministerio de Educación Nacional (primer nivel de concreción curricular)¹¹ vs los planes de área (tercer nivel de concreción curricular)

A partir de ellas se obtuvo conclusiones y recomendaciones, por último se presenta una propuesta para resolver la construcción de una enseñabilidad.

¹¹ Los niveles de concreción curricular se derivan de la definición que del currículo hace el MEN: Currículo es el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías, y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional. Por ello el primer nivel está determinado por la constitución y las leyes y por el currículo nacional base (lineamientos y estándares), el segundo nivel está definido por la institución educativa en el marco de la autonomía institucional en su PEI específicamente en el Horizonte Institucional (Misión, Visión Objetivos, Valores institucionales, Metas, Planes de mejoramiento). El tercer nivel de concreción es, entonces, la manera como el docente enfrenta los objetivos nacionales e institucionales en el aula de clases, a través de su plan de área, asignatura y de aula. Vale la pena aclarar que existen un cuarto, quinto y sexto niveles de concreción curricular, referidos a condiciones especiales del aprendizaje y de las comunidades de cada aula, pero ellos no son el interés de esta investigación

2.3 Población objeto de estudio

2.3.1 Estudiantes

Participaron 160 estudiantes de 6º, 7º, 8º y 9º grado, en la jornada de la mañana de la sede central. Se realizó con estudiantes de estos grados porque en la I.E. no se enseña biología en los grados 10º y 11º.

Esos estudiantes en su gran mayoría son de sexo masculino, tienen entre los 14 y 19 años. Pertenecen a una condición socio-económica baja, con padres en su gran mayoría obreros y de trabajos informales, con poco acceso a la tecnología y medios de comunicación. Reciben 4 horas de 55 minutos de clase de Ciencias Naturales a la semana,

En su formación se han privilegiados los conocimientos del entorno vivo desde 6º, el entorno físico sólo es abordado en un periodo del año, y no por todos los docentes.

2.3.1.1 Instrumentos aplicados

Para el desarrollo del trabajo con los estudiantes se emplearon cuestionarios de selección múltiple; esta herramienta se aplicó en las etapas iniciales del trabajo, antes de haber estudiado el tema de evolución. Los cuestionarios Aplicados se encuentran en el Anexo C.

Cuestionario N°1

Se aplicó en la semana comprendida entre el 18 y 22 de febrero de 2013

Se indagó por sobre los intereses y expectativas frente al concepto de evolución biológica. Las expectativas frente a este cuestionario fueron:

- Identificar la cercanía de los estudiantes con el concepto de evolución
- Evaluar la disposición con la que los estudiantes recibirán el tema.

Cuestionario N°2

Se aplicó en la semana comprendida entre el 18 y 22 Marzo de 2013

Se indagó por los preconceptos relacionados con el concepto de evolución biológica. Las expectativas frente a este cuestionario fueron:

- Reconocer la idea que tienen los estudiantes sobre los ritmos y patrones de evolución.
- Verificar la existencia de conocimientos sobre los distintos mecanismos de evolución en los estudiantes.
- Verificar en los estudiantes el conocimiento de que la evolución es una propiedad inherente a la vida.

2.3.2 Docentes

Los docentes encuestados fueron 18 de los cuales 6 son docentes de Básica Secundaria del área de ciencias naturales de los grados 6º a 9º y los otros 12 son docentes de Básica Primaria de todas las sedes y de diversos grados.

2.3.2.1 Instrumentos aplicados

Para el desarrollo del trabajo con los docentes se realizó una entrevista, en la semana comprendida entre el 4 y 8 de febrero de 2013, la entrevista era semi estructurada, es decir, centradas en tres tópicos, con algunas preguntas orientadoras, pero sin que hubiera un cuestionario estricto, Para ver completamente el cuestionario Aplicado ver el Anexo C. La entrevista constaba de tres partes las cuales presentaban objetivos específicos así:

Primera: Sobre diseño de plan de área ciencias naturales.

Objetivo: Analizar algunos de los elementos considerados en el diseño del plan de curso correspondiente a Ciencias Naturales de los grados 1 a 9 de educación Básica.

Segunda: sobre la enseñanza de la de evolución biológica

Objetivo: analizar algunos de los elementos considerados en la enseñanza del concepto de Evolución biológica, correspondiente a Ciencias Naturales.

Tercera: sobre elementos conceptuales abordados en la enseñanza de la evolución biológica

Objetivo: Indagar por los contenidos considerados básicos y fundamentadores, en la enseñanza del concepto de Teoría de la Evolución Biológica, correspondiente a Ciencias Naturales.

3 Resultados y Discusión

Se presentan los resultados obtenidos con base en las cuatro etapas planteadas en la metodología de investigación, las etapas uno y dos corresponden a la primera unidad de análisis, definidas para analizar la información; la etapa tres corresponde a la segunda unidad de análisis; la etapa cuatro comprende el planteamiento de algunos elementos clave para la Enseñabilidad de la TEB.

No se utilizan inserciones (cuadros, tablas) con estadísticos, puesto que al ser este trabajo un estudio de caso, forma especial de la investigación de enfoque cualitativo, no se generaron datos numéricos para análisis estadísticos.

La información obtenida se presenta en forma de gráficos circulares, que muestran los porcentajes de las categorías de las respuestas obtenidas en las entrevistas y en las encuestas y de acuerdo con categorías determinadas para cada caso al leer, transcribir, limpiar la información grabada y escrita. La información tabulada que dio origen a las gráficas puede verse en el anexo E.

3.1 Etapa 1: indagación sobre algunos criterios docentes con respecto a la enseñanza de la evolución

Los resultados se obtuvieron de entrevista semi estructuradas, es decir, centradas en los tres tópicos siguientes, pero sin que hubiera un cuestionario previo.

Sobre diseño de plan de área ciencias naturales.

- Se trabaja en grupo.
- Se tienen en cuenta los estándares, como una guía para agrupar los temas a tratar, es decir se escoge un estándar por periodo y por grado al que se le puedan acomodar los temas que siempre se han dictado en ese grado y período.

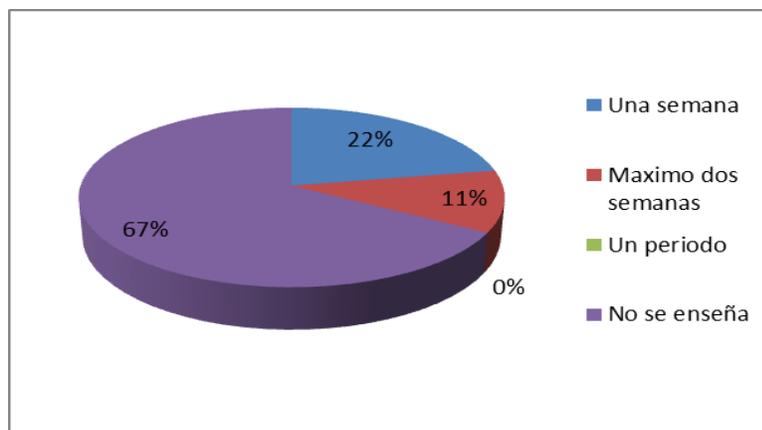
- Para el diseño de las actividades se copian de varios textos escolares, de las editoriales Santillana (Hipertexto ciencias 6, 7, 8 y 9, octava edición, 2010), Voluntad (Nuevo investiguemos 6, 7, 8 y 9, tercera edición, 2004), Norma (Navegantes 6, 7, 8 y 9 primera edición, 2008) e Internet (de ninguna fuente especifica)
- No se utilizan textos científicos.

Sobre la enseñanza de la de evolución biológica

- Se enseña solo en 8 grado, junto con el creacionismo y otras “teorías”.
- Todos los docentes coinciden en que debe ser así pues hay muchos temas para abordar.
- En primaria no se debe enseñar pues los niños “no pueden entender eso”

En la figura 3-1 se presenta la frecuencia de respuesta sobre el tiempo dedicado por los docentes a enseñar la TEB: El **22%** de los docentes le dedica solo una semana o menos a la enseñanza de la TEB; El **11%** por ciento le dedica más de una semana pero máximo dos, para un máximo total de 5 horas de clase y solo a los estudiantes de 8^o grado, los demás estudiantes no reciben información sobre la **TEB**.

Figura 3-1 Frecuencia (%) en la respuesta de los docentes sobre el tiempo dedicado por ellos a enseñar la TEB



Sobre elementos conceptuales abordados en la enseñanza de la evolución biológica

- A este tema se le dedica máximo 5 horas de clase, por lo tanto todo se dicta e informa muy rápido.
- Los elementos conceptuales son:
 - Definición
 - Factores o mecanismos (Herencia, Selección natural, tiempo)
 - Evidencias de la evolución (fósiles, homologías, analogías, etc.)
 - Tipos especiales de evolución

3.2 Etapa 2: Indagación sobre preconceptos e intereses de los estudiantes sobre la evolución biológica

Antes de presentar los resultados se debe aclarar que la indagación sobre los preconceptos de los estudiantes no tiene como fin hacer una evaluación cuantitativa de ellos o de los docentes, simplemente se pretende contrastar esta información con la obtenida en la **Etapa 1** para interpretar y determinar si las estrategias curriculares y de enseñanza de los docentes apuntan a resolver los conceptos erróneos o a fortalecer los acertados y a despertar el interés de los estudiantes.

Se presenta de manera gráfica la información extraída de los instrumentos aplicados, para indagar sobre intereses, disposición y presaberes, aplicada a un total de 160 estudiantes alumnos de la jornada de la mañana en la sede central, correspondiente a los grados 6º, 7º, 8º y 9º. Las tabulaciones hechas para obtener esos resultados se aprecian en el Anexo E.

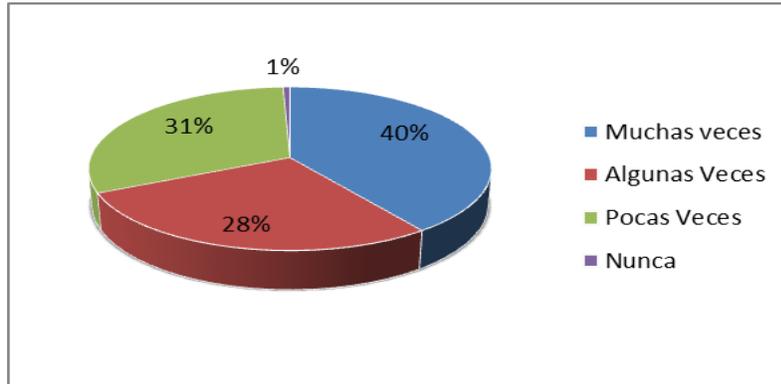
1. Con respecto a los intereses y expectativas

Cercanía de los estudiantes con el tema

En todos los grupos encuestados, casi el **100%** de los estudiantes, manifiesta haber escuchado sobre este tema. Menos del **1%**, dice que nunca ha oído hablar de ello, sin embargo, se debe aclarar que:

De los estudiantes que han oído hablar del tema, solo el **40 %** manifiesta que Muchas veces, el **28%** que algunas veces y el **31%** que solo ha oído hablar del tema pocas veces (Figura 3-2).

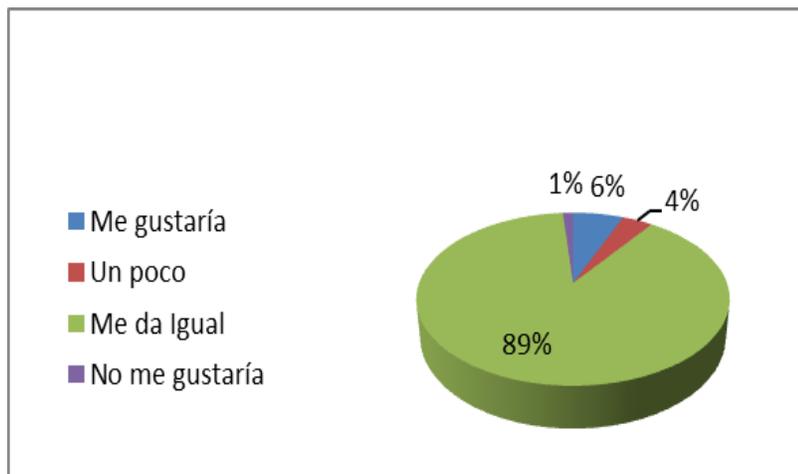
Figura 3-2 Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre si han escuchado hablar acerca de la EB



Gusto e importancia que dan al estudio de la evolución

Al **90%** de los estudiantes les da lo mismo saber o no saber sobre la **TEB** y solo el **10%** manifiesta disposición positiva frente al tema, aunque de ese 10% solo el **6%** manifiesta un alto interés por conocer del tema, mientras que el **4%** restante solo tiene un bajo interés (Figura 3-3).

Figura 3-3 Frecuencia (%) en la respuesta acerca del gusto o importancia que los estudiantes manifiestan sobre el estudio de la EB

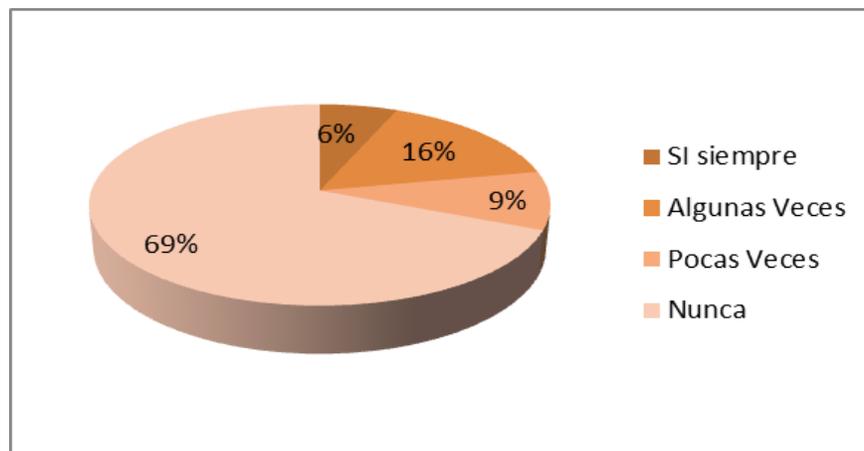


Se puede entonces inferir de manera inicial y de las dos graficas anteriores que aunque se ha oído hablar del tema, lo que han oído de ese tema no es motivación suficiente para querer profundizar en el mismo.

Que piensan los estudiantes sobre: Se debe enseñar evolución biológica

El **30 %** lo califican como interesante y manifiestan que se debería enseñar ese tema. El **70%** dice que no se debe enseñar, sin embargo se debe aclarar que solo el **6%** plantea que se debe enseñar siempre, lo cual coincide con la información de la gráfica anterior, donde solo el **6%** manifiesta un alto interés por el estudio de la TEB (Figura 3-4).

Figura 3-4 Frecuencia (%) de respuesta acerca de lo que los alumnos piensan sobre la intensidad con que se debe enseñar la TEB



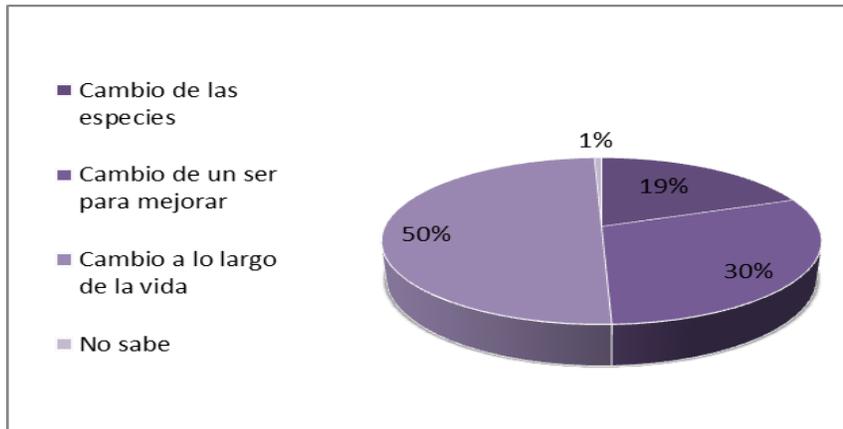
2. Con respecto a los presaberes

Sobre el concepto de evolución ¿Que es la evolución Biológica?

En general, el mayor porcentaje (**99%**) de estudiantes relacionan el concepto de evolución con la palabra cambiar. Considerado el **99%** el **20 %** lo relaciona con el cambio que les ocurre a las especies; el **30%** asocian la evolución con la noción de “mejorar”, lo que demuestra un sesgo en la visión del proceso evolutivo hacia el enfoque teleológico y la influencia de la relación que da el lenguaje común a los términos evolución y progreso; y un **50 %** con desarrollo de un individuo, es decir con

los cambios que presenta un individuo en su ciclo de vida, lo anterior muestra un vacío conceptual en cerca del 80% de los encuestados (Figura 3-5).

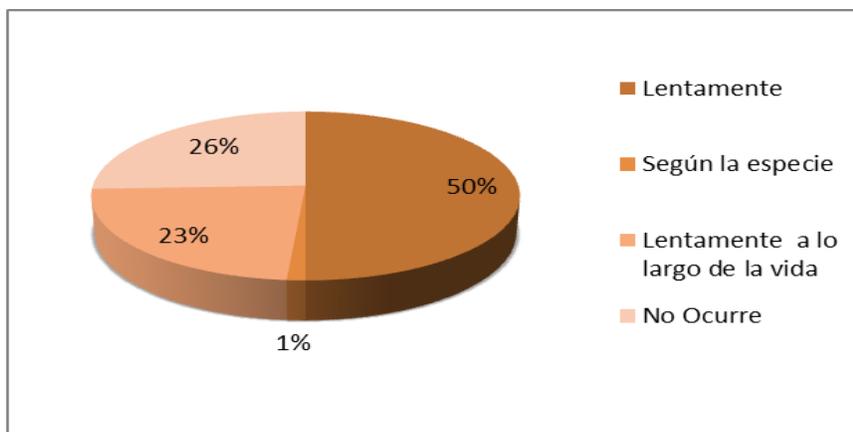
Figura 3-5 Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes acerca de la definición de la EB



Sobre la forma en la que ocurre la evolución ¿De qué forma ocurre la evolución?

La mayoría, **50%** respondieron que la evolución ocurre lentamente; un **26%** piensa que no ocurre ni ocurrió; el **23%** relaciona el concepto de evolución al desarrollo de un individuo es decir su ciclo de vida; solo un **1%**, plantea que el cambio se da de acuerdo con la especie (Figura 3-6).

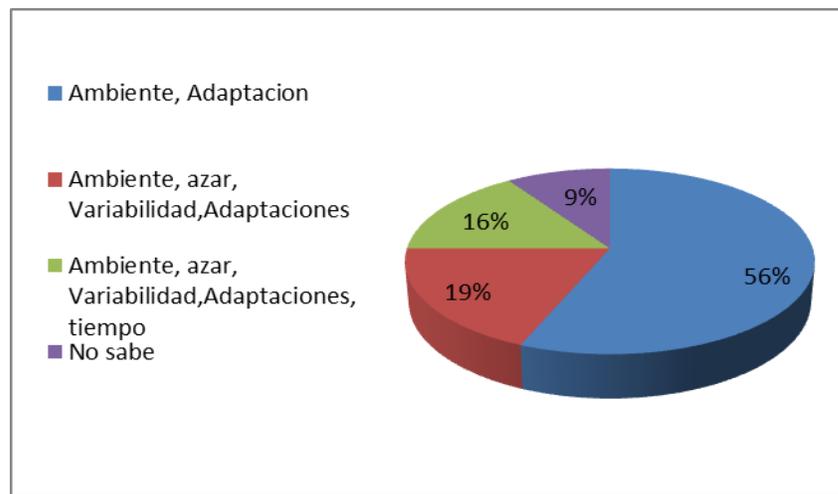
Figura 3-6 Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes ante el interrogante de la forma en la que ocurre la EB



Sobre los mecanismos de evolución ¿Cuáles de los siguientes factores podría favorecer la evolución?

Una cantidad significativa **91%** considera que el ambiente y las adaptaciones son los factores evolutivos, pero solo el **16%** mencionan el ambiente, el azar, la variabilidad, las adaptaciones y el tiempo como los mecanismos de Evolución Biológica. El 9% no sabe sobre el tema (Figura 3-7).

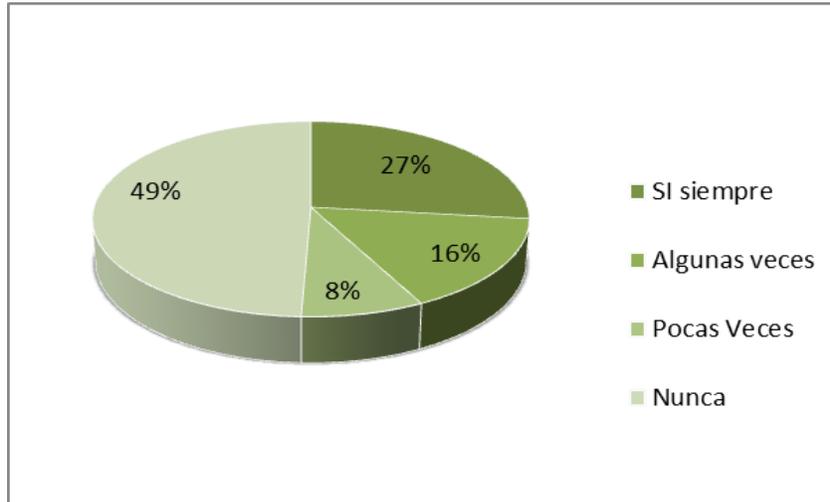
Figura 3-7 Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre cuales consideran como los factores que favorecen la EB



Sobre la heredabilidad por parte de los descendientes de características y cambios en los progenitores ¿Todos los cambios ocurridos en el genoma de los padres son heredados?

Con respecto a la herencia de caracteres entre generaciones, la gran mayoría tienen claro que algunas características se transmiten de una generación a otra, Los cambios que se dan en un progenitor no se transmiten a su descendencia por obligación, para en **49%**. Para el **50%** restante si se transmite; aunque se debe anotar que solo para el **9%** eso ocurre pocas veces; para el **15%** ocurre algunas veces y para el **27%** ocurre siempre, aquí se aprecia como los estudiantes presentan vacíos enormes en los mecanismos y factores relacionados con la herencia de caracteres y en la frecuencia como ellos aparecen en las generaciones siguientes (Figura 3-8).

Figura 3-8 Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre la heredabilidad de los Cambios ocurridos en el Genoma

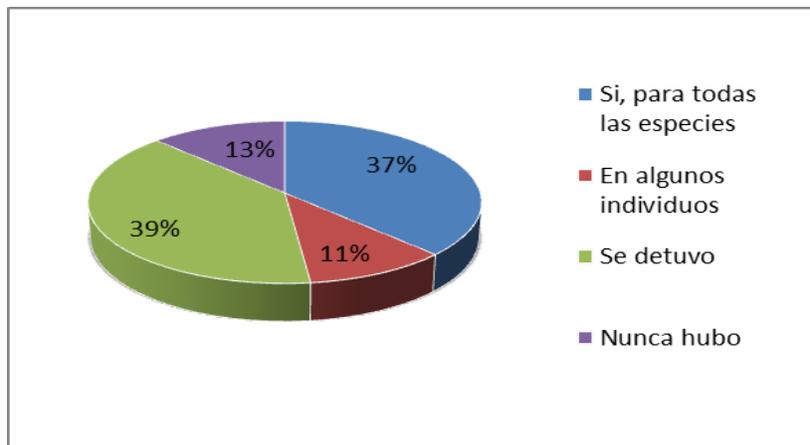


Sobre la ocurrencia de evolución en la actualidad ¿Hay casos de evolución en la actualidad o esta se detuvo?

Más de la mitad de los estudiantes, **54%**, piensan que los seres vivos nunca han evolucionado (3%) o que dicha evolución se detuvo (41%).

El resto **46%** piensan que la evolución sigue, aunque solo el **37%** plantea que hay evolución para todas las especies y el **9%** plantea que solo algunas especies evolucionan (Figura 3-9).

Figura 3-9 Frecuencia (%) en la respuesta de los estudiantes sobre el interrogante la evolución se detuvo, o está en marcha



Hasta aquí se tendría la información relacionada con la Primera unidad de análisis, referida a los actores del proceso escolar de enseñanza y aprendizaje. Que aunque no es el único que se da en la escuela¹², es sobre el que se indaga en esta investigación.

Se deduce de la información que se obtuvo en las entrevistas realizadas a los docentes que en la IE no se realizan evaluaciones diagnósticas, por lo tanto no se tienen en cuenta, para la planeación del Área de Ciencias Naturales, las preconcepciones y los vacíos conceptuales que tiene el estudiante; la propuesta curricular, para el área de Ciencias Naturales y la dedicación en tiempo de la institución educativa y los docentes a la TEB, no contribuye a la motivación de los estudiantes.

La construcción secuencial de contenidos se resuelve de la manera tradicional, Es necesario tener en cuenta lo que plantea Mayr (1998), todo fenómeno viviente debe estudiarse en virtud de dos tipos diferentes de causas: las *causas próximas* que, en buena medida, son comunes al orden de lo viviente y al orden físico y químico y nos dicen cómo es que algo ocurre; y las *causas últimas* o *remotas*, que son específicas de los fenómenos biológicos y nos dicen por qué es que ocurre, entonces las estrategias de enseñanza y el aprendizaje de la biología requieren la integración de enfoques evolutivos y funcionales, no como temas aislados unos de otros, como se ha presentado hasta ahora en el currículo institucional.

La TEB debería ser el centro de atención del currículo y de la enseñanza de las Ciencias Naturales, para ser coherentes con el MEN y con el desarrollo científico actual; además, diversos autores han destacado la importancia de tomar el enfoque evolutivo como eje estructurador de la enseñanza de la biología contemporánea (Jacob, 1997; Morin, 1999; Fourez, 1994). Sin embargo, y coincidiendo con Cook (2009), la evolución no ha sido resaltada en el currículo institucional de ciencias de manera proporcional a la importancia que tiene.

¹² Muchos autores plantean que en la escuela se dan otros procesos de enseñanza y aprendizaje, como el currículo oculto, que son las enseñanzas que obtienen los estudiantes de las actuaciones de los docentes, directivos y personal administrativo en su interacciones y su trabajo, también existe el aprendizaje entre pares que se da fuera del aula de clase. Pero al interior de la IE, esas formas de enseñanza no son el interés de esta investigación

No se debe olvidar que son muchos los autores que plantean la necesidad de observar el mundo de la vida a través de la teoría evolutiva, Futuyma (2009) plantea *“La perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría unificadora de la biología”* y esto coincide con lo dicho por T. Dobzhansky (1937), citado por Futuyma (1989) *“Nada tiene sentido en biología excepto bajo el prisma de la evolución”*.

Enseñar la TEB junto con el creacionismo supone la reflexión que plantea Hayes (2000). "Si vamos a enseñar 'la ciencia de la creación' como una alternativa a la evolución entonces, también deberíamos enseñar la teoría de la cigüeña como una alternativa a la reproducción biológica".

3.3 Etapa 3: Análisis de los fundamentos y disposiciones emanados desde el Ministerio de Educación Nacional (MEN)

Los **Lineamientos curriculares**, son orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que define el MEN con el concurso de la comunidad académica educativa para apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas obligatorias y fundamentales definidas por la Ley General de Educación. En el proceso de elaboración de los Proyectos Educativos Institucionales y sus correspondientes planes de estudio por ciclos, niveles y áreas.

En ellos se presentan los procesos de pensamiento y acción que se pretende que los estudiantes desarrollo en cada etapa de su formación académica, dichos procesos se presentan en la tabla 3-1, y van desde la descripción de objetos y sucesos en los grados inferiores hasta la explicación integrada de los fenómenos naturales con las teorías y leyes acuñadas por la ciencia que deben servir de marco y fundamento de la integración.

Tabla 3-1 Resumen de Los procesos de pensamiento y acción esperados en los estudiantes colombianos según el MEN

Procesos de pensamiento y acción:
<p>1. Preescolar, primero, segundo y tercer grados</p> <p>Para este primer grupo de grados se puede plantear como objetivo lograr los tres o cuatro primeros subniveles de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. En otras palabras, sobre los contenidos que aquí se nombran, se pueden hacer preguntas que se refieran a la descripción de objetos y de sucesos, a la comparación entre objetos y entre sucesos, e invitar a los estudiantes a hacer predicciones sobre ellos.</p>
<p>2. Cuarto, quinto y sexto grados</p> <p>En este grupo de grados se debe llegar mínimo hasta el sexto subnivel de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. En otras palabras, los estudiantes deben ser capaces de construir teorías. A cerca de los procesos físicos-químicos y biológicos. Las leyes que hacen parte de estas teorías deben ser expresadas cualitativamente. Las predicciones y el control que gracias a las teorías se puede ejercer sobre los procesos serán, en consecuencia, también cualitativos. Debe hacerse especial énfasis en la crítica de las teorías en función de la predicción y el control que permiten</p>
<p>3. Séptimo, octavo y noveno grados</p> <p>En este grupo de grados debe alcanzarse como mínimo el octavo subnivel de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. El estudiante en estos cursos debe desarrollar la capacidad de construir nuevas teorías o de expresar algunas que ya conocía, utilizando modelos cuantitativos sencillos. El concepto de medida empieza a tomar importancia en la contrastación de las teorías y se va introduciendo progresivamente el lenguaje propio de la ciencia y la tecnología.</p>
<p>4. Décimo y undécimo grados</p> <p>En este grupo de grados se debe alcanzar el último nivel en los procesos de “pensamiento y acción”. El privilegio de la actitud teórica debe entonces ser de particular importancia en estos grados. Los temas que en estos cursos se exponen deben ser tratados desde las grandes teorías y fundamentarse en las leyes más generales. Las teorías tales como la del Big Bang, la teoría atómica, la teoría cinética o la teoría de la evolución y las leyes tales como la de la conservación de la energía o la de la transmisión genética deben servir de marco y fundamento de la integración, de la síntesis teórica. Los temas tratados en cursos anteriores podrán ser retomados e integrados a los nuevos desde esta misma perspectiva teórica integradora, utilizando la terminología especializada del lenguaje “duro” de la ciencia y la tecnología.</p>

Fuente: Adaptado por el autor del presente trabajo de grado, de Serie lineamientos curriculares. Ministerio de Educación Nacional. *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Magisterio, (1998).

En ellos se presentan también una propuesta de contenidos articulada por una serie de ejes en tres procesos naturales: Procesos físicos, procesos químicos y procesos biológicos, los procesos biológicos los cuales se presentan en la Tabla 3-2, cada uno de dichos procesos están articulados por cuatro ejes temáticos que deben orientar la serie de contenidos desde el grado cero al grado undécimo.

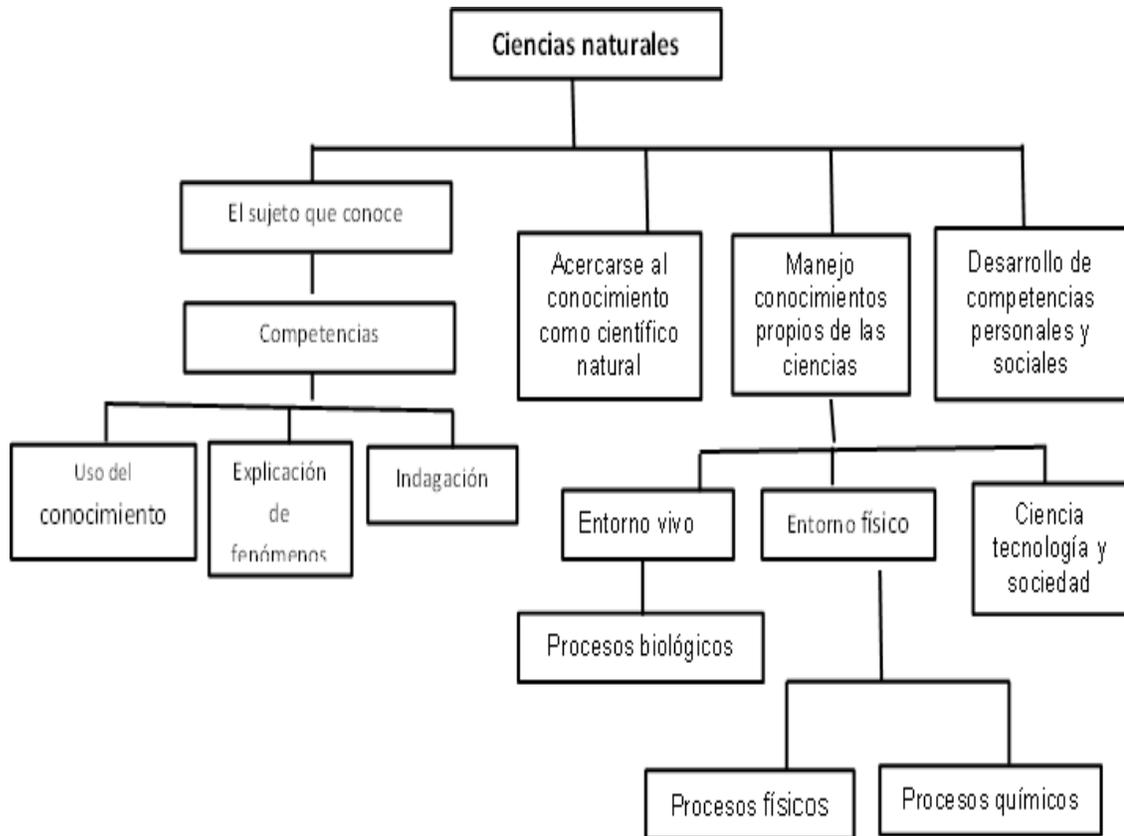
Tabla 3-2 Ejes articuladores para los procesos biológicos, que deben orientar los contenidos temáticos en el tercer nivel de concreción curricular

Grado	Articulación	
	Procesos	Ejes articuladores
0 - 11	Físicos	Electricidad y magnetismo
		Las fuerzas y sus efectos sobre los objetos
		Luz y sonido
		La tierra y el universo
	Químicos	Estructura Atómica y propiedades de la materia
		Explicaciones a cerca de las propiedades de la materia
		Cambios químicos
		La tierra y su atmosfera
	Biológicos	Procesos Vitales y organización de los seres vivos
		Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos
		Relación de los seres humanos con los humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta
		Intercambio de energía entre los ecosistemas

Fuente: Adaptado por el autor del presente trabajo de grado, de Serie lineamientos curriculares. Ministerio de Educación Nacional. *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Magisterio, (1998).

En la figura 3-10 se puede apreciar de manera resumida lo que el MEN plantea como estructura general para el área de ciencias naturales, según los lineamientos curriculares, se aprecia claramente la visión constructivista, donde se le da absoluta importancia al estudiante y las competencias que debe desarrollar, y se describen los tres procesos necesarios para el desarrollo de esas competencias: Actuar como científico, manejar conocimientos y asumir compromisos personales y sociales.

Figura 3-10 Estructura general del área de Ciencias Naturales, Propuesta por el MEN en sus lineamientos y estándares básicos de competencia



Fuente: Tomado y adaptado de: Rocha, Bravo M, enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria, universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias, Medellín, 2012

3.3.1 ¿Cómo se contextualiza la enseñanza de la TEB en la IEAGB, con los lineamientos del MEN?

Hasta aquí se tiene la información relacionada con la segunda unidad de análisis, referida al primer nivel de concreción curricular: El Ministerio de Educación Nacional.

Los estándares están organizados de manera secuencial y tienen una coherencia vertical (entre grados). También se presentan coherencia horizontal (en el mismo grado) entre los estándares en entorno físico y entorno químico (ver el Anexo B).

La coherencia vertical desde los grados cero, primero a tercero, hasta el grado undécimo, permite la construcción curricular alrededor de ejes temáticos, la propuesta ministerial plantea cuatro ejes temáticos fundamentales para cada uno de los tres procesos; para el caso de los procesos biológicos, esos ejes temáticos son:

Procesos vitales y organización de los seres vivos, Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos, Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta e Intercambio de energía entre los ecosistemas.

Se observa, de manera general que los planes de área de Ciencias Naturales de la IECAGB (tercer nivel de concreción curricular), que orientan la enseñanza de la Biología en la IE Colegio Académico no están articulados con las propuestas y directivas planteadas por el MEN en los documentos citados. Hecho que se aprecia de acuerdo con:

Primero, la manera como se hace la planeación institucional; de la información obtenida gracias a los instrumentos aplicados se deduce que los docentes no tienen en cuenta las orientaciones dadas en los lineamientos y en los estándares. La manera como se hace la planeación del área consiste en una construcción orientada a transmitir temas aislados e independientes uno del otro, lo cual no posibilita que los estudiantes se acerquen a la comprensión del mundo de la vida de una manera clara y científica.

Los estándares no son tenidos en cuenta como metas de formación mínima, para grupos de grados, ni como referentes para la elaboración secuencial de los contenidos en el área de Ciencias Naturales, los estándares, solo son tenidos en cuenta para agrupar los temas a tratar, es decir se escoge un estándar por periodo y por grado al que se le puedan acomodar los temas que siempre se han dictado en ese grado y período.

Para el diseño de las actividades, éstas se copian de varios textos escolares, de las editoriales Santillana, Voluntad, la Internet, y no se utilizan textos científicos.

Segundo, la estructura general del currículo para el área; como se citó anteriormente y como se aprecia en la Tabla 1-4, la planeación institucional se realiza en una matriz de cuatro columnas: Ejes articuladores-estándares de competencia; contenidos conceptuales; contenidos procedimentales; contenidos actitudinales y logros. En esa matriz se colocan como sinónimos los ejes articuladores y los estándares de competencia, es decir, se aprecia una errónea interpretación de los estándares básicos de competencia, lo que finalmente orienta la construcción secuencial de los contenidos en la IECAGB sin ejes temáticos claros, lo que hace que se presenten los contenidos como temas aislados, sin conexión entre sí lo que no posibilita la orientación curricular hacia la comprensión general de los fenómenos biológicos.

El MEN ha planteado un marco general que hace referencia explícita a la enseñanza de la evolución como eje fundamental de los conocimientos a impartir en ciencias naturales, en todos los grados, en los contenidos propuestos plantea cuatro ejes fundamentales: Procesos vitales y organización de los seres vivos, Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos, Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta, Intercambio de energía entre los ecosistemas; los ejes planteados permiten la orientación de las temáticas hacia la comprensión general de los fenómenos biológicos, sin que, al profundizar en alguno de los temas, se pierda la conexión con el eje articulador general.

Tercero, la manera como se asumen los lineamientos y los estándares, pues ellos son el referente de calidad planteado por el MEN. En los lineamientos citados (ver Anexo A) se aprecia que el MEN plantea una mirada integradora de las ciencias naturales, lo que permite y obliga a las IE a la reflexión sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, responsabilidad que recae sobre la comunidad educativa, especialmente sobre los Directivos y docentes que deben enriquecerlos y transmitirlos gracias a su experiencia, formación e investigación.

Por último, Se debe recordar que el MEN orienta las evaluaciones externas (Pruebas saber) hacia la resolución de situaciones problema de acuerdo con los lineamientos que él mismo plantea, sin embargo, los elementos conceptuales asumidos en la IE:

Definición, Factores o mecanismos (Herencia, Selección natural, tiempo), Evidencias de la evolución (fósiles, homologías, analogías, etc.), Tipos especiales de evolución. Y solo dictados en un periodo máximo de cinco horas, no afrontan el reto que plantea dichas pruebas.

De manera particular, es decir, en lo que se refiere al tema de esta investigación, el MEN plantea como eje temático fundamental la EB y propone unos contenidos claros referidos a ella (ver el Anexo A); sin embargo, no son tenidos en cuenta por los docentes de la IECAGB, la TEB solo se enseña en el octavo (8) grado, junto con el creacionismo y otras “teorías”. Y Todos los docentes coinciden en que debe ser así pues hay muchos temas para abordar, como para dedicarle más tiempo a ese. De esa forma se deja de lado un tema crucial para la comprensión del mundo de la vida (Jacob, 1997; Morin, 1999; Fourez, 1994; Futuyma, 2009; Galli, 2011).

Además, la respuesta de los docentes en relación a que en primaria no se debe enseñar pues los niños “*no pueden entender eso*”, muestra una clara desarticulación y desconocimiento de las directrices ministeriales.

En la IECAGB, en ningún momento se prioriza la enseñanza de la TEB, es decir no se aborda de manera recurrente un tema tan fundamental en la comprensión del mundo de la vida, el cual ha sido planteado, por varios autores, como eje estructurador fundamental en la enseñanza de la biología contemporánea (Jacob, 1997; Morin, 1999; Fourez, 1994).

3.4 Etapa 4: Planteamiento de algunos elementos para la construcción colectiva de una propuesta orientada hacia la enseñabilidad de la Teoría de la Evolución Biológica (TEB)

Antes de hacer cualquier propuesta se deben dejar claro dos cosas.

Primero, que diversos autores han destacado la importancia de tomar el enfoque evolutivo como eje estructurador de la enseñanza de la biología contemporánea (Jacob, 1997; Morin, 1999; Fourez, 1994). Sin embargo, como señala Cook (2009), la evolución no ha sido resaltada en los currículos de ciencias de manera proporcional a la importancia que tiene;

En segundo lugar, que la enseñabilidad de las ciencias experimentales les compete a los docentes, los cuales deben ser profesores con una mirada Constructivista. Que es necesario que ese docente adquiera un carácter investigativo, y que se fundamente teóricamente pues es todo lo anterior lo que diferencia al docente constructivista, significativamente, de los *docentes operarios*, centrados en la transmisión de información. (Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, 1999).

Tercero, Se le debe dar más atención a la esfera del estudiante, describiendo las ideas que los alumnos traen a su trabajo escolar de otras fuentes, sugerido por la forma en que ellos usan ideas en contextos diferentes, (Jacob, 1997; Morin, 1999; Fourez, 1994). Y la manera en que los estudiantes manejan los complejos conceptos de segundo orden que caracterizan en gran parte la biología (Mayr E., 1998).

Se deben investigar estrategias para ayudar a los alumnos a ser responsables de su propio aprendizaje, en ambos sistemas, en el formal de la escuela y en sus vidas por fuera de la escuela. Para ayudar es necesario explorar simultáneamente materiales alternativos de enseñanza, estrategias en el aula y la presentación de la ciencia fuera del aula de clase (MEN 2004).

Finalmente, se debe aclarar también, que la enseñabilidad de las ciencias experimentales se construye con una mirada hacia las intencionalidades curriculares, que son una construcción colectiva, que influyen, como lo dice Gallego, en las razones por las cuales un saber en especial, desde los fundamentos epistemológicos, pedagógicos y didácticos del currículo, hace parte integral del plan de estudios de una institución educativa dada. (Gallego y Pérez, 1999).

Por todo lo anterior sería irresponsable desarrollar, desde la mirada unilateral del autor, una propuesta específica para la enseñanza de la Evolución Biológica: lo que se puede hacer es dar unas orientaciones generales para acercar a los docentes de la IE Académico hacia una construcción colectiva, esas orientaciones generales son:

3.4.1 Capacitación docente

Es necesario que el docente en sí mismo, sea un estudiante, que aprenda a aprender de sus actuaciones intencionales, y de las disciplinas que sustentan el área que orienta.

Puesto que tal aprendizaje debe ser también intencional y estar mediado por una actitud consiente y positiva, hacia el origen científico de ese saber, de esa forma el docente se acerca a las formas como ese saber es trabajado por la respectiva comunidad científica. Y a la didáctica especial que ese saber requiere.

Por lo tanto el docente está en la obligación de profundizar en la disciplina misma que enseña y en la didáctica especial para esa disciplina es decir debe “*Aprender a enseñar ciencias*” (Angulo, Delgado, García Rovira, 2009) según lo anterior y en relación con el tema de esta investigación se hace necesario que el docente se forme en la ciencia y sus principios, capacitación en la TEB, capacitación en la didáctica de la biología, capacitación sobre investigación en el aula y capacitación en TICs.

3.4.1.1 Alfabetización científica

Si se define la alfabetización científica como la formación sobre lo que es el origen, la historia, los principios, el estatuto epistemológico de la ciencia y si se dice que enseñar ciencias es tender puentes, que conecten los objetos y los hechos familiares o conocidos por los alumnos con las entidades conceptuales o modelos construidos por la ciencia, para explicar dichos objetos y hechos. Entonces, es necesario que el docente se acerque a la ciencia de tal manera que sus explicaciones provengan de ella y no de especulaciones, prejuicios o de información transpuesta y algunas veces superficial que contienen los textos escolares.

Se debe recordar que los modelos científicos son potentes y generalizadores ya que pueden ser aplicados a nuevas situaciones y comprobar que también funcionan; y porque son útiles para predecir y tomar decisiones. Es necesario que el docente se acerque a esos modelos para que pueda orientar a los alumnos a hacia los mismos, es decir que oriente a los estudiantes a que generen, ellos mismos una mirada científica de la realidad.

3.4.1.2 Capacitación sobre Evolución Biológica y la TEB

Se plantea en este capítulo la capacitación para los docentes en Biología Evolutiva y en la enseñanza de la misma, la cual se puede realizar en la página web “*Comprendiendo la Evolución, Para docentes*” en **SESBE**: sociedad española de Biología Evolutiva a la que se puede acceder en: <http://www.sesbe.org/evosite/evohome.html>

3.4.1.3 Capacitación sobre Didáctica de la Biología

La didáctica especial plantea soluciones a problemas específicos en la enseñanza de conceptos claves de la biología y específicamente de la TEB, por ejemplo la selección natural, y específicamente, se acerque a los referentes sobre los problemas que se han generado a la hora de enseñar conceptos clave; para ello existen numerosas revistas y boletines electrónicos que tienen como finalidad difundir investigaciones sobre las enseñanzas de la biología, sus dificultades y sus posibilidades.

3.4.1.4 Capacitación en nuevas tecnologías TICS

La enseñabilidad “obliga” a que cada institución educativa simule los colectivos científicos o académicos donde se generan dudas, se plantean problemas y se hace investigación para resolverlos, es decir, como lo plantea Gallego *“ser ella misma una comunidad”* (Gallego y Pérez, 1999).

Las TICs facilitan el acceso a redes y comunidades de aprendizaje, ya no de forma local o provincial si no de manera global, que son fundamentales para renovar y actualizar conocimientos al igual que son cruciales para el intercambio de experiencias:

“Es la interacción con los otros la que determina la elaboración de saberes por las comunidades de especialistas”. (Gallego y Pérez, 1999).

El uso de las TICs posibilita la visualización de eventos que han ocurrido en la naturaleza de forma lenta, como la selección natural, la especiación o fenómenos extintivos; de una manera rápida, gracias a la recreación a través de modelos o de videos o presentaciones o software especializado; lo que facilita su comprensión.

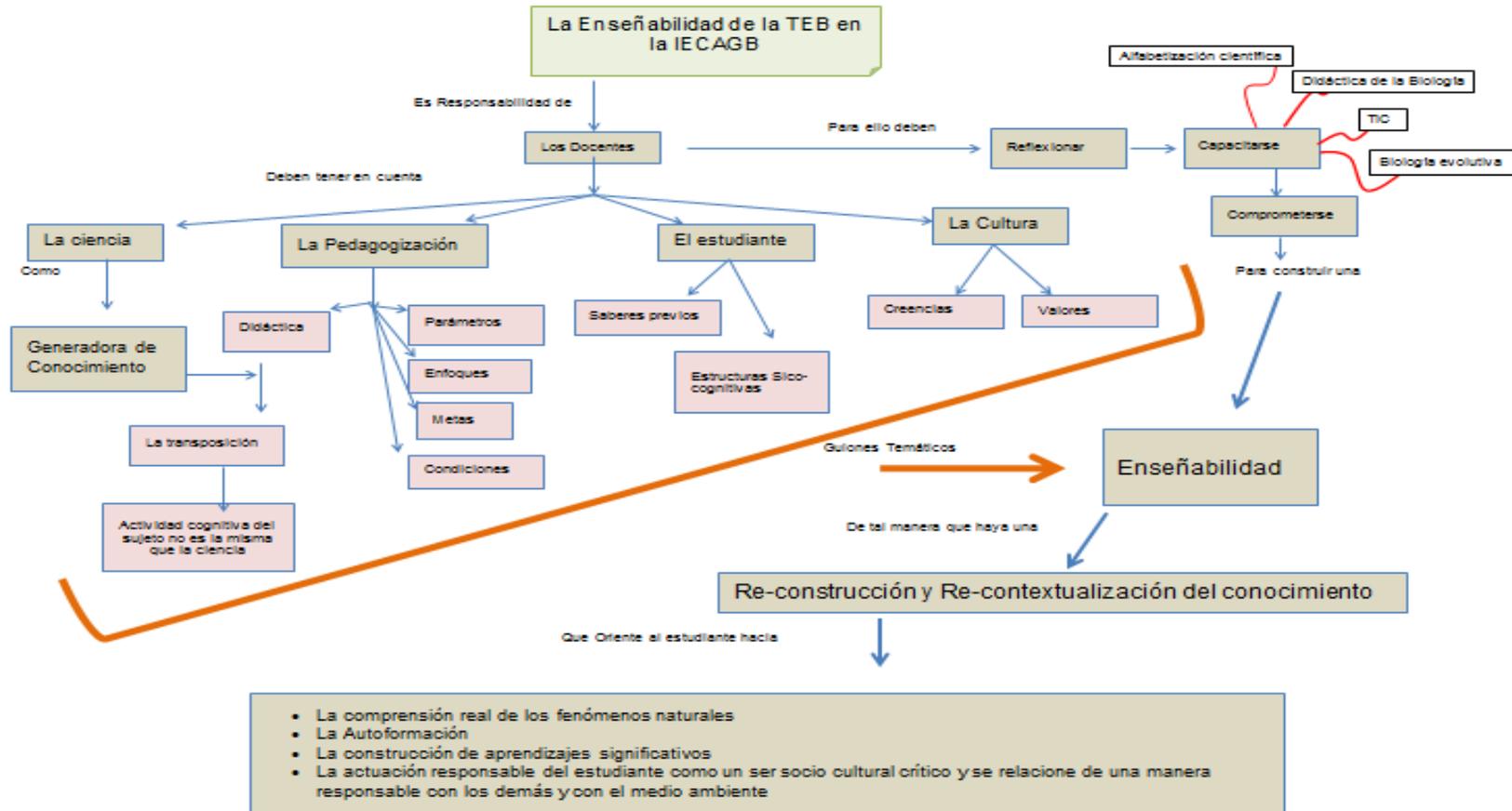
3.4.2 Estructura del currículo con Guiones Temáticos

La estrategia curricular que tiene la IE Académico de enseñar y aprender ciencias naturales y especialmente Biología, como una *“colcha de retazos”*, constituida por temas asilados que hacen referencia a lo anatómico o estructural y pocas veces a lo funcional, sin relación entre ellas, resulta hoy en día un esfuerzo escasamente productivo que no permite que los estudiantes dimensionen y re-signifiquen su condición de seres biológicos y sociales en formación. Se trata de implementar estrategias de enseñanza y ambientes de aprendizaje, alternativos y complementarios, que contribuyan a mejorar la disposición y actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de la ciencia especialmente

de la TEB que, como lo diría Futuyma, (2009) “*La perspectiva evolutiva ilumina cada tema en biología, desde la biología molecular a la ecología. Así, la evolución es la teoría unificadora de la biología*”. Esta expresión refleja el carácter interdisciplinario del concepto evolutivo en las diferentes ramas de la Biología, las cuales han aportado a la formulación de hipótesis sobre los mecanismos que explican la transformación y diversificación de las especies; y nos debe orientar a la construcción de Guiones temáticos que guíen la enseñanza de la biología ya no en lo estructural ni en lo funcional, si no que haga énfasis, en las causas. Y de la forma como señaló Mayr (1998), todo fenómeno viviente debe estudiarse en virtud de dos tipos diferentes de causas: las *causas próximas* que, en buena medida, son comunes al orden de lo viviente y al orden físico y químico y nos dicen cómo es que algo ocurre; y las *causas últimas* o *remotas*, que son específicas de los fenómenos biológicos y nos dicen por qué es que estos ocurren.

En la Figura 3-11 se presenta de manera resumida los aspectos a tener en cuenta para la construcción de la enseñabilidad en la comunidad de la IE Académico; en ella se puede observar como gran finalidad la construcción de aprendizajes significativos que propicien la crítica, el análisis, la autoformación y la participación social del estudiante.

Figura 3-11: Presentación gráfica del Planteamiento de algunos elementos para la construcción colectiva de una propuesta para la enseñanza de la Teoría Evolución Biológica (TEB) Enseñabilidad



Fuente: Presentación gráfica de algunos elementos para la construcción colectiva de una propuesta para la enseñanza de la Teoría Evolución Biológica (TEB), elaborado por el autor del presente trabajo de grado, Harold González Otálora, estudiante del programa Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, universidad nacional de Colombia, facultad de Ingeniería y Administración, Palmira, 2014

4 Conclusiones y Recomendaciones

Después de haber analizado cada uno de los resultados arrojados por las etapas anteriormente cumplidas y descritas a través de este trabajo y antes de cualquier conclusión se debe dejar claro, que la intención de esta investigación era acercarse a la problemática de la enseñanza de la TEB. En la IE Académico de Buga, fin que se alcanzó, lo que permite hacer algunas conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

El MEN plantea a lo largo de los lineamientos curriculares y en la secuencia de sus estándares una guía que permite construir, por cada comunidad educativa la Enseñabilidad alrededor de la TEB. En ellos se aprecia una relación con los mecanismos y patrones de la evolución y resuelven las inquietudes, que necesariamente se deben resolver al construir la enseñabilidad.

Se evidenció que la planeación institucional y específicamente la del área de Ciencias Naturales no obedece a un análisis de los lineamientos ni estándares planteados por el MEN.

La Información transmitida a los estudiantes de la IE Colegio Académico, en ningún momento, resuelve sus dudas y preconceptos, ya que la planeación institucional y específicamente la del área de Ciencias Naturales no responde de ninguna manera a un análisis de ellos.

En la IE Académico los docentes de ciencias naturales tienen una mirada tradicional de la enseñanza. Es decir, aquella en la que el docente es un transmisor de Información, y el estudiante es un ente pasivo y vacío. Por ello, a pesar de que formalmente en los planes de área se acogen los estándares del MEN, éstos solo son tenidos en cuenta para

hacer un acomodo formal los temas a tratar, pero se siguen enseñando de la manera tradicional, aislados y fuera de contexto.

Se plantearon algunos elementos que orientarán la construcción colectiva de una propuesta para la enseñanza de la TEB en la IEAGB mediante la capacitación docente en: alfabetización científica, evolución biológica y TEB, Didáctica de la Biología, TICS.

En el mismo sentido, es necesario que los docentes asuman un rol más activo y científico en la enseñanza, desarrollando la autoformación, teniendo una mirada disciplinar de los saberes, generando comunidades de aprendizaje y en general asumiendo la inmersión del estudiante y la educación con una mirada constructivista.

Y para construir la Enseñabilidad, se hace necesario que se tenga una mirada a los referentes históricos, epistemológicos, disciplinares e interdisciplinares, del conocimiento científico a señalar y orientar, al igual que se debe mirar el entorno sociocultural, e inclusive político y legal a la hora de actuar en el aula.

4.2 Recomendaciones

A partir de los datos y conclusiones, obtenidos en este estudio, se recomienda para futuros estudios se evalúe el impacto de las comunidades de aprendizaje donde se tengan en cuenta estrategias de integración curricular, como alternativa para resolver la enseñabilidad de la TEB.

Se debe, además, tener en cuenta el tiempo que los docentes dedican a la reflexión colectiva sobre el proceso enseñanza aprendizaje y a las causas que originan esa dedicación.

También debe estudiarse las estructuraciones administrativas e institucionales y analizar si ellas posibilitan, estimulan o generan espacios y tiempos para que los docentes interactúen a partir de posibles comunidades de aprendizaje.

Se sugiere que en futuros estudios se tengan en cuenta las creencias religiosas y su impacto al momento de orientar la enseñanza de la TEB y de profundizar en su enseñabilidad.

A-Anexo: Lineamientos Curriculares

A continuación se presenta un extracto de los Lineamientos curriculares, no se anexa todo el contenido de los lineamientos pues es un documento de 108 páginas, los textos son extraídos del documento Serie Lineamientos Curriculares Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-80860.html>¹³

Los apartes que se citan, se transcriben idénticos al original, aunque no de forma completa, la intención es mostrar la postura del MEN frente a las Ciencias y su enseñanza.

¿Qué son los lineamientos curriculares?

Son las orientaciones epistemológicas, pedagógicas y curriculares que define el MEN con el apoyo de la comunidad académica educativa para apoyar el proceso de fundamentación y planeación de las áreas obligatorias y fundamentales definidas por la Ley General de Educación en su artículo 23.

En el proceso de elaboración de los Proyectos Educativos Institucionales y sus correspondientes planes de estudio por ciclos, niveles y áreas, los lineamientos curriculares se constituyen en referentes que apoyan y orientan esta labor conjuntamente con los aportes que han adquirido las instituciones y sus docentes a través de su experiencia, formación e investigación

El documento está estructurado en tres grandes partes:

La Primera Parte se refiere a los referentes teóricos para el diseño, desarrollo y evaluación del currículo autónomo de las instituciones. Contiene referentes filosóficos y epistemológicos, referentes sociológicos y referentes psico-cognitivos

La Segunda Parte hace referencia a las implicaciones que los referentes teóricos tienen en la pedagogía y la didáctica. Invita al docente a mejorar su rol de educador, asigna un nuevo papel al laboratorio de ciencias, aporta elementos para mejorar el proceso de evaluación del aprendizaje y finalmente propone una alternativa didáctica renovadora, que

¹³ Tomado de : <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-80860.html> el 16 de dic de 2012 a las 18 horas

debe tomarse como punto de referencia, pero que de ninguna manera constituye una camisa de fuerza a seguir. Más bien debe ser interpretada como una invitación a los docentes a que construyan sus propias propuestas didácticas.

La Tercera Parte muestra un ejemplo de aplicación de los lineamientos en el diseño de una propuesta curricular, que al igual que en los casos anteriores sólo pretende señalar horizontes deseables o rutas posibles, sin que ellas sean obligatorias.

Para alcanzar los fines generales de la educación En el proceso de elaboración de los Proyectos Educativos Institucionales y sus correspondientes planes de estudio por ciclos, niveles y áreas, los lineamientos curriculares se constituyen en referentes que apoyan y orientan esta labor conjuntamente con los aportes que han adquirido las instituciones y sus docentes a través de su experiencia, formación e investigación.

El mundo de la vida: punto de partida y de llegada

El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental en el Mundo de la Vida

(...)El mundo, tal como hoy lo concebimos, es el producto de largos procesos evolutivos que han sido reconstruidos en la mente del ser humano gracias a su imaginación combinada con la experimentación y la observación cuidadosa. (...) El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental es precisamente el de ofrecerle a los estudiantes Colombianos la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial aquellos que tienen la capacidad de afectar el carácter armónico del ambiente. Este conocimiento debe darse en el estudiante en forma tal que pueda entender los procesos evolutivos que hicieron posible que hoy existamos como especie cultural y de apropiarse de ese acervo de conocimientos que le permiten ejercer un control sobre su entorno, siempre acompañado por una actitud de humildad que le haga ser consciente siempre de sus grandes limitaciones y de los peligros que un ejercicio irresponsable de este poder sobre la naturaleza puede tener.

.CONTENIDOS CURRICULARES POR GRUPOS DE GRADOS

Los contenidos científicos básicos que aquí se proponen deben ser tratados en estrecha relación con los niveles de complejidad de la primera columna del cuadro incluido al final del documento, en el que se resume la propuesta de estructura curricular.

Preescolar, primero, segundo y tercer grados

A. Procesos de pensamiento y acción

Para este primer grupo de grados se puede plantear como objetivo lograr los tres o cuatro primeros subniveles de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. En otras palabras, sobre los contenidos que aquí se sugieren, se pueden hacer preguntas que se refieran a la descripción de objetos y de sucesos, a la comparación entre objetos y entre sucesos, e invitar a los estudiantes a hacer predicciones sobre ellos. Los niños seguramente aventurarán explicaciones desde sus pre-teorías. El maestro será cuidadoso en aceptarlas como una parte esencial del diálogo haciendo especial énfasis en señalar las equivocaciones típicas de esta edad como son las de confundir la explicación con la descripción y hacer explicaciones circulares. El énfasis se hará, sin embargo, en las descripciones y las comparaciones como requisito lógico para las explicaciones.

Los contenidos científicos básicos que se proponen se organizan en los tres tipos de procesos que se señalan en el cuadro, sin que esto quiera decir que es necesario hacerlo explícito para los estudiantes. En otras palabras, los contenidos se refieren a los procesos físicos, químicos y biológicos sin que ello quiera decir que debemos esperar que los estudiantes utilicen estas palabras o hagan distinciones entre estos tipos de procesos. Por otro lado es importante tener siempre muy claro que la clasificación de los procesos naturales en estas tres categorías es algo que se hace desde las teorías acerca del mundo y que las divisiones no están en el mundo mismo. Es entonces natural que en una misma actividad estemos tocando temas que se refieren a más de un tipo de procesos. Tomemos un ejemplo. Supongamos que estamos haciendo una actividad a la que le hemos puesto como título “Juguemos con el agua”. En esta actividad podemos estar haciendo pasar agua entre dos vasos comunicantes o podemos estar viendo cuáles objetos, de un grupo determinado de ellos, flotan y cuáles no. Éstas son preguntas típicas acerca de los procesos físicos.

Pero dentro del contexto de estas actividades los estudiantes que participan pueden preguntar por qué los “peces pueden respirar en el agua” o “si a los peces del mar les da sed”; estas preguntas, obviamente hacen referencia a problemas que tienen que ver con los procesos biológicos. Por otro lado, al profesor que está dirigiendo las actividades se le puede ocurrir disolver sal en el agua y volver a hacer la prueba de si ciertos objetos flotan o no. Puesto que estamos disolviendo una sustancia y formando algunos iones, estamos involucrando en las actividades un proceso fisicoquímico.

Esto, como es natural pensar, no debe impedirnos realizar este tipo de actividad ni nos exige establecer o poner en evidencia estas distinciones.

Las actividades en estos grados están dirigidas a la descripción de objetos y sucesos teniendo como fundamento los primeros cuatro subniveles de complejidad en los procesos de pensamiento y acción y como horizonte la función de estos conocimientos desde el punto de vista tecnológico, de la conservación y el mejoramiento del medio

ambiente y del mantenimiento de la salud, tal como se sugiere en el cuadro y se explica en el capítulo anterior.

Los contenidos científicos básicos que se sugieren están organizados de acuerdo con aquellos procesos que se privilegiaron en la estructura general del área. En torno a ellos se sugiere que los profesores de ciencias, teniendo en cuenta el Proyecto Educativo Institucional –PEI–, su currículo y los proyectos pedagógicos de la institución, diseñen un plan de estudios para estos cursos y diversas actividades para desarrollarlos. En estas actividades, repetimos, el objetivo es enfatizar en el desarrollo de los procesos de pensamiento y acción señalados en la primera gran columna del cuadro (columna rectora), que fundamentan la posibilidad de hacer explicaciones científicas.

B. Conocimiento científico básico

- **Conocimiento de procesos físicos**

Electricidad y magnetismo:

Los imanes. Los bombillos. Las planchas. Las estufas eléctricas. Los motores eléctricos. Los peligros de las corrientes eléctricas para la vida y la salud.

Fuentes energéticas y transformación de energía: La gasolina y el movimiento de los carros. Los alimentos y el movimiento de las personas y los animales. La corriente eléctrica y los aparatos de la casa. El cocinero, la gasolina, el gas, el carbón o la leña y las estufas. El ahorro de energía eléctrica y de combustibles. Los peligros de incendios, quemaduras y explosiones.

Las fuerzas y sus efectos sobre los objetos: Las cosas que flotan en el agua y en el aire y las que no. Los globos inflados con hidrógeno o helio. El columpio, las ruedas y los balancines. Levantar y empujar objetos. El peso corporal y de otros objetos.

Luz y sonido: Las cosas transparentes, translúcidas y opacas. Los espejos. Las lentes. La luz y el calor. La energía solar. Los colores. Los colores y la absorción de calor.

La tierra en el universo: Relaciones entre Tierra, Sol y Luna, y el día y la noche. Las estrellas y los planetas. Los vientos.

- **Conocimiento de procesos químicos**

Estructura atómica y propiedades de la materia: El hielo, el agua fría, el agua caliente y el vapor de agua.

Explicaciones acerca de las propiedades de la materia: Algunas cosas que se disuelven en el agua y otras que no. Cristales que se forman después de la evaporación. Precipitados. Diferencias del agua con otros líquidos: el vinagre, el alcohol, la leche. La conducción de la electricidad a través de buenos y malos conductores.

Cambios químicos: El oxígeno y la combustión. Algunas frutas “se ponen negras” con el aire. Los metales se oxidan con el aire y el agua. Cambios de algunas características de ciertas sustancias por la acción de la luz.

La tierra y su atmósfera: El aire contiene oxígeno y otros gases. Las nubes y la lluvia.

- **Conocimiento de procesos biológicos**

Procesos vitales y organización de los seres vivos: Lo que comen las personas y los animales. Lo que absorben las plantas. Los ambientes donde viven las personas, los animales y las plantas.

Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos: Los animales que duermen de noche y los que duermen de día. Los animales que vuelan, los que nadan, los que caminan y los que reptan.

Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: El agua y la vida de los animales y las plantas y su relación con la vida del hombre. El agua de los ríos, las quebradas, las cañadas, las ciénagas y los animales que viven en ellos o cerca de ellos y su relación con las industrias y la agricultura. El agua del mar y los animales que viven en él o cerca de él. Los árboles, el musgo y la lluvia y los problemas que encontramos cuando la acción del hombre altera las relaciones entre ellos. La lluvia y los animales. Las selvas húmedas. La luz del sol y las zonas térmicas en la tierra y sus formas de vida y sus relaciones con los factores contaminantes.

Intercambio de energía entre los ecosistemas: La luz del sol y los seres vivos. La respiración en las personas, los animales y las plantas.

Cuarto, quinto y sexto grados

A. Procesos de pensamiento y acción

En este grupo de grados se debe llegar mínimo hasta el sexto subnivel de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. En otras palabras, los estudiantes deben ser capaces de construir teorías. A cerca de los procesos físicos-químicos y biológicos. Las

leyes que hacen parte de estas teorías deben ser expresadas cualitativamente. Las predicciones y el control que gracias a las teorías se puede ejercer sobre los procesos serán, en consecuencia, también cualitativos. Debe hacerse especial énfasis en la crítica de las teorías en función de la predicción y el control que permiten.

B. Conocimiento científico básico

- **Conocimiento de procesos físicos**

Electricidad y magnetismo: Circuitos simples con y sin interruptores. Las pilas y baterías. Circuitos con baterías. Cargas electrostáticas; los rayos y los pararrayos. Los electroimanes. La brújula.

Fuentes energéticas y transformación de energía: Las transformaciones de energía que se dan al montar en bicicleta, al usar las palancas y los sistemas de poleas.

Las fuerzas y sus efectos sobre los objetos: Los vasos comunicantes. La prensa de Pascal. Las prensas neumáticas. Las llantas de los carros. Cómo vuelan los aviones.

Luz y sonido: La propagación de la luz. La transmisión del sonido a través del aire, del agua y de objetos sólidos. El eco.

La tierra en el universo: El sol, los planetas, los satélites y los cometas. El sol y otras estrellas. Las galaxias. Los cúmulos de galaxias. Los viajes espaciales. El hombre en la luna. Las comunicaciones vía satélite. Los cohetes y las naves espaciales.

- **Conocimiento de procesos químicos**

Estructura atómica y propiedades de la materia: Mezclas. Separación de mezclas. Cambios en las propiedades de los componentes de las mezclas.

Explicaciones acerca de las propiedades de la materia: Explicaciones de los diversos estados de la materia por su estructura atómica.

Cambios químicos: Combustión de sólidos y de gases. Calor, temperatura y cambios de estado de la materia.

La tierra y su atmósfera: El barómetro y la presión atmosférica. La presión atmosférica según la altura. La presión bajo el agua.

- **Conocimientos de procesos biológicos**

Procesos vitales y organización de los seres vivos: Identificación de algunos sistemas (órganos y aparatos) de los seres vivos y la función que ellos cumplen: las partes de una planta; los sistemas digestivo, respiratorio, reproductor, etc., en personas y animales.

Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos: Los ciclos de vida de personas, animales y plantas. La reproducción y la herencia. Relaciones entre diversas especies animales, vegetales y organismos inferiores: cadenas y redes alimentarias. Relaciones de la especie humana con las demás especies vivas y con los seres no vivos. La contaminación y las amenazas contra la vida en el planeta tierra.

Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: Las personas, los animales y las plantas que viven en las selvas húmedas. Los animales y las plantas que viven en el mar. Las personas, los animales y las plantas que viven en el desierto. Las personas, los animales y las plantas que viven en las sabanas.

Las características biológicas y psicológicas de personas y animales y sus relaciones con el entorno.

Intercambio de energía entre los ecosistemas: Ciclos de la materia, niveles de organización de los seres vivos y circulación y transformación de la energía

Séptimo, octavo y noveno grados

A. Procesos de pensamiento y acción

En este grupo de grados debe alcanzarse como mínimo el octavo subnivel de complejidad en los “Procesos de pensamiento y acción”. El estudiante en estos cursos debe desarrollar la capacidad de construir nuevas teorías o de expresar algunas que ya conocía, utilizando modelos cuantitativos sencillos. El concepto de medida empieza a tomar importancia en la contrastación de las teorías y se va introduciendo progresivamente el lenguaje propio de la ciencia y la tecnología.

B. Conocimiento científico básico

- **Conocimiento de procesos físicos**

Electricidad y magnetismo: Inducción eléctrica. La corriente eléctrica. Los motores eléctricos. Circuitos electromecánicos. Los micrófonos y los parlantes. Las cintas magnéticas y las grabadoras, las videograbadoras y los disquetes para computadores. Las cargas electrostáticas. Conceptos de corriente, voltaje y resistencia.

Fuentes energéticas y transformación de energía: Las diversas fuentes de energía utilizadas por el hombre tradicionalmente: las hidroeléctricas, las termoeléctricas, los

combustibles fósiles... Fuentes de energía no convencionales: energía eólica, energía solar. Las fuentes de energía y la conservación de la vida en el planeta. Las fuentes de energía para animales y plantas. El sol como fuente de vida en la tierra. El calor como una forma de energía.

Formas de transferencia de calor: la convección, la conducción y la radiación. Diferencia y relación entre calor y temperatura.

Las fuerzas y sus efectos sobre los objetos: Masa, volumen y densidad. El principio de Arquímedes: los barcos, los submarinos, los globos. Movimiento de los cuerpos en la tierra: los trenes, los aviones, los automóviles, las cosas que caen; conceptos de rapidez, velocidad, aceleración, fuerza y relaciones cuantitativas entre ellos. El concepto de trabajo físico y su relación con el de energía.

Luz y sonido: Las celdas fotoeléctricas. Los prismas y la descomposición de la luz. Las lentes: relaciones entre objetos e imágenes. Las ondas sonoras y medios de transmisión. La velocidad del sonido. El efecto Doppler. Propiedades físicas del sonido: volumen, tono y timbre.

La Tierra en el universo: La teoría del Big Bang y otras teorías alternativas. La evolución de la materia y de las especies. Los métodos de exploración del universo. El sol y el sistema solar; relaciones entre el sol y los planetas (distancias, masas, gravitación...). Otras estrellas. Clasificación de las estrellas. Los agujeros negros.

- **Conocimiento de procesos químicos**

Estructura atómica y propiedades de la materia: Clasificación de la materia según sus propiedades: ácidos y bases; el concepto cualitativo de pH. Los metales y los no metales; sus propiedades y sus diferencias.

Explicaciones acerca de las propiedades de la materia: Modelos atómicos que explicarían las reacciones químicas observadas.

Cambios químicos: Algunas reacciones químicas sencillas y sin peligro: hierro y oxígeno, azufre y hierro, el ácido clorhídrico y la cal...

La Tierra y su atmósfera: La contaminación del agua, el aire y el suelo por desechos químicos. La capa de ozono y los rayos ultravioleta. El exceso de CO₂ en la atmósfera. La temperatura y La atmósfera. El centro de la tierra y su relación con algunos fenómenos naturales como las erupciones volcánicas y los movimientos sísmicos. El clima como procesos físico-químicos y su influencia en la vida. Los vientos y las corrientes marinas como procesos físico-químicos y su influencia en la vida. Los campos magnéticos producidos por la Tierra. La composición de los suelos. El pH de los suelos y su influencia en la agricultura.

- **Conocimiento de procesos biológicos**

Procesos vitales y organización de los seres vivos: Diversos niveles de organización de los seres vivos y la célula como el mínimo sistema vivo. Los procesos vitales: respiración, excreción, crecimiento, nutrición, reproducción, fotosíntesis. Los procesos de intercambio de materia y energía de un sistema con su entorno: homeóstasis y metabolismo. El sistema nervioso y el sistema endocrino como sistemas integradores del organismo. El conocimiento de los sistemas y su fisiología al servicio de la salud.

Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos: Evolución de la vida en el planeta Tierra. Biodiversidad. Código e información genética (genes y cromosomas); reproducción y división celular. Los factores genéticos, los factores adquiridos en un organismo y la interacción entre ellos. El concepto de selección natural. La información genética y la síntesis de proteínas.

Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta: Relación entre depredadores y depredados. La especie humana como depredadora y los peligros que ella representa para la vida en el planeta. La especie humana como “red neuronal” que puede orientar la dinámica del planeta tierra como ser vivo hacia una calidad de vida mejor.

Intercambio de energía entre los ecosistemas: El concepto de equilibrio ecológico. El papel de cada especie en el mantenimiento del equilibrio ecológico, en particular el de los microbios y bacterias. El flujo de energía en el intercambio que se da entre los diversos sistemas de un ecosistema. El principio de economía de energía en el intercambio entre los sistemas de un ecosistema.

Décimo y undécimo grados

A. Procesos de pensamiento y acción

En este grupo de grados se debe alcanzar el último nivel en los procesos de “pensamiento y acción”. El privilegio de la actitud teórica debe entonces ser de particular importancia en estos grados. Los temas que en estos cursos se exponen deben ser tratados desde las grandes teorías y fundamentarse en las leyes más generales. Las teorías tales como la del Big Bang, la teoría atómica, la teoría cinética o la teoría de la evolución y las leyes tales como la de la conservación de la energía o la de la transmisión genética deben servir de marco y fundamento de la integración, de la síntesis teórica. Los temas tratados en cursos anteriores podrán ser retomados e integrados a los nuevos desde esta misma perspectiva teórica integradora, utilizando la terminología especializada del lenguaje “duro” de la ciencia y la tecnología.

B. Conocimiento científico básico

- **Conocimiento de procesos físicos**

Electricidad y magnetismo: El concepto de campo eléctrico y el de campo magnético. Relaciones cuantitativas entre carga, corriente, voltaje y resistencia. Inducción electromagnética. Campos electromagnéticos creados por corrientes. La Producción de energía eléctrica como una forma de transformación de energía.

Fuentes energéticas y transformación de energía: Las máquinas como transformadores de energía. El principio de la conservación de la energía como gran principio integrador de las leyes físicas. La conservación de la energía y el origen y futuro del universo.

Las fuerzas y sus efectos sobre los objetos: Relaciones cuantitativas entre masa, fuerza, aceleración, velocidad, tiempo y distancias recorridas (leyes de Newton), interpretadas desde el principio de la conservación de la energía y sus diversas formas de transformación.

Luz y sonido: Concepto de espectro electromagnético y propiedades físicas de sus diferentes segmentos. La luz como fenómeno ondulatorio y cinético corpuscular. Los procesos de reflexión, difracción y refracción. El efecto fotoeléctrico y los fotones.

La tierra en el universo: Modelos cuantitativos acerca de la gravitación universal. El efecto Doppler como prueba de la expansión del universo. La expansión del universo y las teorías sobre su origen. La evolución de la energía en materia, de la materia en vida y el surgimiento de seres inteligentes: la delicada trama de la vida en el planeta.

- **Conocimiento de procesos químicos**

Estructura atómica y propiedades de la materia: La tabla periódica de los elementos: un modelo científico. La tabla y los modelos atómicos. La tabla, los modelos atómicos y la predicción de resultados en las reacciones químicas. Nomenclatura química. Oxidación-reducción. Moléculas biológicamente importantes: carbohidratos, proteínas, lípidos, DNA.

Explicaciones acerca de las propiedades de la materia: Notación química y propiedades químicas de la materia. La notación química, los modelos atómicos, las reacciones químicas y las ecuaciones químicas. Sustancias psicoactivas (alcaloides, neurolépticos...).

Cambios químicos: Óxido-reducción. Predicciones cualitativas y cuantitativas de las reacciones químicas desde los modelos atómicos y la notación. Las reacciones químicas como respaldo empírico de los modelos atómicos.

La tierra y su atmósfera: La formación de rocas como procesos físico-químicos. Influencia del pH en la agricultura (mediciones cuantitativas). La evolución de la atmósfera como proceso físico-químico y biológico. La evolución del planeta y el intercambio de energía entre el planeta con su atmósfera y con el espacio exterior.

B-Anexo: Estándares Básicos de Competencia

A continuación se cita, Los Estándares básicos de competencia en ciencias naturales¹⁴ se presentan apartes, del texto original, que se toman de manera literal de la Guía No 7 del MEN llamada ***Formar en Ciencias: ¡el Desafío!***, solo se incluyen los componentes de las ciencias Naturales, y de ellos solo lo referente a el segundo proceso de pensamiento y acción: Manejo Conocimientos Propios de las Ciencias Naturales, y específicamente los estándares de la sub columna Entorno Vivo, pues son ellos el interés de este trabajo.

Guía No 7 del MEN

Formar en Ciencias: ¡el Desafío!,

Este documento hace parte de una serie de guías que el Ministerio de Educación Nacional ha venido publicando para dar a conocer a la comunidad educativa colombiana el resultado de un proceso conjunto de trabajo, en el cual han participado numerosas personas e instituciones, con el propósito de establecer los Estándares Básicos de Competencias en diversas áreas y niveles de la Educación Básica y Media.

Por eso, antes de adentrarnos en la lectura de los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, conviene recordar algunos postulados generales en los que se inscribe esta propuesta.

¿Qué son los estándares básicos de competencias?

Son criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de *saber* y *saber hacer*, en cada una de las áreas y niveles.

¹⁴ Serie Guías, Nro. 7, Formar en Ciencias: ¡el desafío! estándares Básicos de Competencias en ciencias naturales y ciencias sociales, Disponible en la página web Al Tablero: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87440.html>.

Por lo tanto, son guía referencial para que todas las instituciones escolares, urbanas o rurales, privadas o públicas de todo el país, ofrezcan la misma calidad de educación a los estudiantes de Colombia.

Saber y saber hacer, para ser competente

Los estándares pretenden que las generaciones que estamos formando no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan aplicarlo para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas. Se trata de ser competente, no de competir.

La organización de los estándares

Con el fin de permitir un desarrollo integrado y gradual a lo largo de los diversos niveles de la educación, los estándares se articulan en una secuencia de complejidad creciente y se agrupan en conjuntos de grados, estableciendo lo que los estudiantes deben saber y saber hacer al finalizar su paso por ese conjunto de grados, así: de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno y de décimo a undécimo.

Veamos, a manera de ejemplo, cómo se desglosan los estándares en esas tres columnas. La columna central se subdivide a su vez. En tres sub columnas

...me aproximo al conocimiento como científico-a natural	...manejo conocimientos propios de las ciencias naturales			...desarrollo compromisos personales y sociales
	<i>Entorno Vivo</i>	<i>Entorno Físico</i>	<i>Ciencia Tecnología y Sociedad</i>	
	Esta columna se refiere a las competencias específicas que permiten establecer relaciones entre diferentes ciencias naturales para entender la vida, los organismos vivos, sus interacciones y	Esta otra se refiere a las competencias específicas que permiten la relación de diferentes ciencias naturales para entender el entorno donde viven los organismos, las interacciones que se establecen y explicar las transformaciones	Y esta se refiere a las competencias específicas que permiten la comprensión de los aportes de las ciencias naturales para mejorar la vida de los individuos y de las comunidades, así como el análisis de los peligros que pueden originar los	

	transformaciones.	de la materia.	avances científicos.	
--	-------------------	----------------	----------------------	--

Antes de leer las tablas de estándares para cada conjunto de grados, es importante saber que todas ellas comparten la misma estructura.

En la parte superior de cada tabla, se formulan los estándares generales que hacen referencia a aquello que los niños, niñas y jóvenes deben saber y saber hacer al finalizar un conjunto de grados.

La lectura de los estándares debe hacerse en forma integral. Así, para el manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales o sociales (segunda columna) resulta fundamental aproximarse al conocimiento tal como lo hacen los científicos y las científicas (primera columna) y, a la vez, deben asumirse compromisos personales y sociales (tercera columna).

Estándares generales por grados

Grados 1-3 Al terminar el Tercer grado:

- Me identifico como un ser vivo que comparte algunas características con otros seres vivos y que se relaciona con ellos en un entorno en el que todos nos desarrollamos.
- Reconozco en el entorno fenómenos físicos que me afectan y desarrollo habilidades para aproximarme a ellos.
- Valoro la utilidad de algunos objetos y técnicas desarrollados por el ser humano y reconozco que somos agentes de cambio en el entorno y en la sociedad.

Grados 4-5 Al terminar el Quinto grado:

- Identifico estructuras de los seres vivos que les permiten desarrollarse en un entorno y que puedo utilizar como criterios de clasificación.
- Me ubico en el universo y en la Tierra e identifico características de la materia, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía en el entorno.
- Identifico transformaciones en mi entorno a partir de la aplicación de algunos principios físicos, químicos y biológicos que permiten el desarrollo de tecnologías.

Grado 6-7 Al terminar el Séptimo grado:

- Identifico las condiciones de cambio y equilibrio, en los seres vivos y en los ecosistemas.

- Establezco relaciones entre las características microscópicas y macroscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen.
- Evaluó el potencial de los recursos naturales, la forma como se han utilizado en el desarrollo tecnológico y las consecuencias de la acción del ser humano sobre ellos.

Grado 8-9 Al terminar el Noveno grado:

- Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategia de reproducción, cambio genético y selección natural.
- Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.
- Identifico aplicaciones de algunos conocimientos sobre la herencia y la reproducción al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones
- Identifico aplicaciones comerciales e industriales del transporte de energía y de las interacciones de la materia

Grados 10-11 Al terminar el Undécimo grado:

- Explico la diversidad biológica como consecuencia de cambios ambientales, genéticos y de relaciones dinámicas dentro de los ecosistemas.
- Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.
- Explico las fuerzas entre objetos como interacciones debidas a la carga eléctrica y a la masa.
- Utilizo modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.
- Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.

Columna entorno vivo

1	3-	6-7	8-9	10-11 procesos biológicos
<ul style="list-style-type: none"> •Establezco relaciones entre las funciones de los cinco sentidos. •Describo mi cuerpo y el de mis compañeros y compañeras. •Describo características de seres vivos y objetos inertes, establezco semejanzas y diferencias entre ellos y los clasifico. •Propongo y verifico necesidades de los seres vivos. •Observo y describo cambios en mi desarrollo y en el de otros seres vivos. •Describo y verifico ciclos de vida de seres vivos. •Reconozco que los hijos y las hijas se parecen a sus padres y describo algunas características que se heredan. •Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno. •Explico adaptaciones de los seres vivos al ambiente. •Comparo fósiles y seres vivos; identifico características que se mantienen en el tiempo. •Identifico patrones comunes a los seres vivos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Explico la importancia de la célula como unidad básica de los seres vivos. •Identifico los niveles de organización celular de los seres vivos. •Identifico en mi entorno objetos que cumplen funciones similares a las de mis órganos y sustento la comparación. •Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función. •Clasifico seres vivos en diversos grupos taxonómicos (plantas, animales, microorganismos...). •Indago acerca del tipo de fuerza (Compresión, tensión o torsión) que puede fracturar diferentes tipos de huesos. •Identifico máquinas simples en el cuerpo de seres vivos y explico su función. •Investigo y describo diversos tipos de neuronas, las comparo entre sí y con circuitos eléctricos. •Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros. •Identifico adaptaciones de los seres vivos teniendo en cuenta las características de los ecosistemas en que viven. •Explico la dinámica de un ecosistema teniendo en cuenta las necesidades de energía y nutrientes de los seres vivos (cadena alimentaria). •Identifico fenómenos de camuflaje en el entorno y los relaciono con las necesidades de los seres vivos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes. •Verifico y explico los procesos de ósmosis y difusión. •Clasifico membranas de los seres vivos de acuerdo con su permeabilidad frente a diversas sustancias. •Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células. •Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y ejidos. •Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos. •Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos. •Reconozco en diversos grupos taxonómicos la presencia de las mismas moléculas orgánicas. •Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías. •Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones. •Propongo explicaciones sobre la diversidad biológica teniendo en cuenta el movimiento de placas tectónicas y las características climáticas. •Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia. •Formulo hipótesis sobre las causas de extinción de un grupo taxonómico. •Justifico la importancia del agua en el sostenimiento de la vida. •Describo y relaciono los ciclos del agua, de algunos elementos y de la energía en los ecosistemas. •Explico la función del suelo como depósito de nutrientes. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario. •Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares. •Comparo diferentes sistemas de reproducción. •Justifico la importancia de la reproducción sexual en el mantenimiento de la variabilidad. •Establezco la relación entre el ciclo menstrual y la reproducción humana. •Analizo las consecuencias del control de la natalidad en las poblaciones. •Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares. •Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica. •Identifico criterios para clasificar individuos dentro de una misma especie. •Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos. •Explico la importancia de las hormonas en la regulación de las funciones en el ser humano. •Comparo y explico los sistemas de defensa y ataque de algunos animales y plantas en el aspecto morfológico y fisiológico. •Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos. •Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos. •Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies. 	<ul style="list-style-type: none"> •Explico la relación entre el ADN, el ambiente y la diversidad de los seres vivos. •Establezco relaciones entre mutación, selección natural y herencia. •Comparo casos en especies actuales que ilustren diferentes acciones de la selección natural. •Explico las relaciones entre materia y energía en las cadenas alimentarias. •Argumento la importancia de la fotosíntesis como un proceso de conversión de energía necesaria para organismos aerobios. •Busco ejemplos de principios termodinámicos en algunos ecosistemas. •Identifico y explico ejemplos del modelo de mecánica de fluidos en los seres vivos. •Explico el funcionamiento de neuronas a partir de modelos químicos y eléctricos. •Relaciono los ciclos del agua y de los elementos con la energía de los ecosistemas. •Explico diversos tipos de relaciones entre especies en los ecosistemas. •Establezco relaciones entre individuo, población, comunidad y ecosistema. •Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.

C-Anexo: Formatos de encuestas y entrevistas

Encuestas a estudiantes

Para la presente investigación se diseñaron dos cuestionarios con las siguientes expectativas:

- Identificar la cercanía de los estudiantes con el concepto de Evolución Biológica
- Evaluar la disposición con la que los estudiantes recibirán el tema.
- Verificar en los estudiantes la existencia de conocimientos sobre los distintos mecanismos de evolución.
- Reconocer la idea que tienen los estudiantes sobre los ritmos y patrones de evolución.
- Verificar en los estudiantes el conocimiento de que la evolución es una propiedad inherente a la vida.

Cuestionario N°1

Este Instrumento pretende indagar sobre los intereses y expectativas frente al concepto de evolución biológica. Las expectativas frente a este cuestionario fueron:

- Identificar la cercanía de los estudiantes con el concepto de Evolución Biológica
- Evaluar la disposición con la que los estudiantes recibirán el tema.



INSTITUCION EDUCATIVA ACADEMICO
EDUCACION BASICA Y MEDIA DIURNA
Aprobado por Resolución 1773 de septiembre 4 de 2002 de la Secretaría de Educación del Valle
DANE 176111001104 NIT.:815.004.356-1



Encuesta Estudiantes cuestionario 1

A continuación hay una serie de preguntas, que hacen parte de una investigación, se les pide absoluta sinceridad, y no se les solicita el nombre pues esta entrevista no pretende evaluarlo a usted como estudiante.

Las preguntas son de respuesta de opción múltiple, por favor escoge el criterio con que más te identifiques.

Fecha _____, Grado _____

1. Ha oído hablar de la Evolución Biologica
 - a. Muchas veces
 - b. Algunas veces
 - c. Pocas veces
 - d. Nunca
2. Le gustaría estudiar la evolución Biologica
 - a. Me gustaría Mucho
 - b. Me gustaría un poco
 - c. Me da Igual
 - d. No me gustaría
3. Se debe enseñar la Evolución Biologica en la Escuela
 - a. Si siempre
 - b. Algunas cosas
 - c. Un poco
 - d. Nunca
4. Comentarios _____

Carrera 9ª #2-55 Sur-Urbanización "El Albergue" Teléfono 2366915-Fax 2366919
PAGINA WEB www.institucionacademico.org CORREO ELECTRONICO colegio@institucionacademico.org

Cuestionario N°2

Este instrumento tiene la intención de indagar sobre los preconceptos relacionados con el concepto de Evolución Biológica. Las expectativas frente a este cuestionario fueron:

- Verificar en los estudiantes la existencia de conocimientos sobre los distintos mecanismos de evolución.
- Reconocer la idea que tienen los estudiantes sobre los ritmos y patrones de evolución.
- Verificar en los estudiantes el conocimiento de que la evolución es una propiedad inherente a la vida.



INSTITUCION EDUCATIVA ACADEMICO
 EDUCACION BASICA Y MEDIA DIURNA
 Aprobado por Resolución 1773 de septiembre 4 de 2002 de la Secretaría de Educación del Valle
 DANE 176111001104 NIT.:815.004.356-1



Encuesta Estudiantes cuestionario 2

Hoja 1

A continuación hay una serie de preguntas, que hacen parte de una investigación, se les pide absoluta sinceridad, y no se les solicita el nombre pues esta entrevista no pretende evaluar sus conocimientos. Las preguntas son de respuesta de opción múltiple, por favor escoge el criterio con que más te identifiques.

Fecha _____, Grado _____

1. ¿Qué es la Evolución Biológica?

2. ¿De qué forma Ocorre la Evolución Biológica?

3. ¿Cuáles son los factores que podrían favorecer la Evolución Biológica?

Cuestionario N°2 Continuación

INSTITUCION EDUCATIVA ACADEMICO
EDUCACION BASICA Y MEDIA DIURNA
Aprobado por Resolución 1773 de septiembre 4 de 2002 de la Secretaría de Educación del Valle
DANE 176111001104 NIT.:815.004.356-1



Estudiantes cuestionario 2

Hoja 2

4. ¿Todos los cambios ocurridos en el genoma de los padres son heredados?
- Siempre
 - Algunas veces
 - Pocas veces
 - Nunca
5. ¿En la actualidad hay casos de evolución Biologica?
- Si, todas las especies siguen evolucionando
 - En algunos individuos hay evolución.
 - Se detuvo
 - Nunca hubo

6. Comentarios _____

Entrevistas Docentes.

La entrevista es semi estructurada, es decir, centrada en tres tópicos, con algunas preguntas orientadoras, pero sin que hubiera un cuestionario estricto, la entrevista constaba de tres partes las cuales presentaban objetivos específicos así:

.

Primera: Sobre diseño de plan de área ciencias naturales.

Objetivo: Analizar algunos de los elementos considerados en el diseño del plan de curso correspondiente a Ciencias Naturales de los grados 1 a 9 de educación Básica.

.

Segunda: sobre la enseñanza de la de evolución biológica

Objetivo: analizar algunos de los elementos considerados en la enseñanza del concepto de Evolución biológica, correspondiente a Ciencias Naturales.

Tercera: sobre elementos conceptuales abordados en la enseñanza de la evolución biológica

Objetivo: Indagar por los contenidos considerados básicos y fundamentadores, en la enseñanza del concepto de Teoría de la Evolución Biológica, correspondiente a Ciencias Naturales

Todas las entrevistas fueron grabadas.



INSTITUCION EDUCATIVA ACADEMICO
 EDUCACION BASICA Y MEDIA DIURNA
 Aprobado por Resolución 1773 de septiembre 4 de 2002 de la Secretaría de Educación del Valle
 DANE 176111001104 NIT.:815.004.356-1



Entrevista docentes

Guía

Introducción:

A continuación hay una serie de preguntas, que hacen parte de una investigación, se les pide absoluta sinceridad, esta entrevista y sus resultados no serán tenidos en cuenta para evaluar el desempeño laboral de los docentes entrevistados. Las preguntas son un guía, el entrevistado podrá ampliar su respuesta, si lo considera y en cualquier momento el entrevistador podrá realizar otras.

Fecha_____ Nombre_____ Grados que atiende_____

1. Sobre diseño de plan de área ciencias naturales.
 ¿Cómo hacen la planeación del área y asignatura, en la IE?
 ¿Cómo está estructurada el área de Ciencias Naturales en la IE?
 ¿Cómo se definen los Contenidos?
 ¿Quién aprueba esa estructura y los contenidos?
2. Sobre la enseñanza de la de evolución biológica
 ¿Cómo se enseña la evolución?
 ¿Cuánto tiempo le dedican?
 ¿Debería enseñarse de otra forma?
3. Sobre elementos conceptuales abordados en la enseñanza de la evolución biológica
 ¿Qué elementos conceptuales se abordan al momento de enseñar EB?

Comentarios_____

D-Anexo: Plan de Área Ciencias Naturales y Educación Ambiental IE Académico

A continuación se presenta la estructura del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, documento perteneciente al Proyecto Educativo Institucional (PEI), y que se encuentra vigente; el documento se denomina:

DISEÑO CURRICULAR DEL ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL AÑO 2009-2010

Y consta de dos partes: La primera los objetivos del área y la segunda es una matriz donde se hace una descripción de los contenidos a tratar por grados y por periodos, al igual que los logros esperados.

En este anexo se incluye también, en las dos últimas hojas, el formato de planeación que se trabajó a comienzos del 2013, en la IE, a manera de ensayo, pero que no se continuó usando.

Objetivo del Área:

“Aplicar los principios de las ciencias naturales de manera coherente, a través de la identificación y solución de problemas; confrontándolos con sus actividades prácticas - lúdicas que demuestren acercamiento efectivo de su conocimiento en pro de su entorno y de la preservación de salud”.

Diseño curricular del área: ciencias naturales y educación ambiental

El Diseño de que plantea la IE, es una matriz, que consta de 6 columnas:

Periodo; Ejes articuladores; estándares de competencia; Contenidos conceptuales
Contenidos procedimentales; Contenidos actitudinales; Logros

A continuación se pone como ejemplo el Grado Segundo, con toda la estructura para el año escolar.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2009-2010

DISEÑO CURRICULAR DEL ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL Grado: segundo

Periodo	Ejes articuladores estándares de competencia	Contenidos conceptuales	Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales	Logros
Primero	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso biológicos. ¿cómo son los seres que nos rodean? • Estructuras y funciones. • Relaciones y adaptaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de los seres vivos y no vivos. • Características de los seres vivos. • Clasificación de los seres vivos. • Relación entre los seres en términos de alimentación y protección. • Locomoción. • Ciclos de vida. • Cambios externos. • Recursos naturales de su entorno • Cuidado y conservación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Láminas. Observación y descripción. • Salidas al parque. • Experimentación directa. Diálogo. • Recortado y pegado de láminas. • Representación gráfica. • Coloreado. • Collage. • Trabajos con plastilina 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce e identifica los seres vivos y no vivos. • Reconoce los cambios que representa en los seres vivos a lo largo del tiempo. • Valora la importancia de la relación entre los seres en términos de alimentación y protección. • Establece diferencia entre los ciclos de vida y los cambios externos • Conoce e identifica seres vivos y no vivos. • Establece diferencias y semejanzas según las características de los seres vivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Describe los seres vivos de su entorno en términos de estructuras externas y de las funciones de estas para relacionarse con el hábitad. • Identifica y explica los cambios que suceden en los seres vivos a través del tiempo en términos de generalidades de los ciclos de vida (plantas, animales y el hombre).

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2009-2010

DISEÑO CURRICULAR DEL ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL Grado: segundo

Periodo	Ejes articuladores estándares de competencia	Contenidos conceptuales	Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales	Logros
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> • El cuerpo humano. ¿cómo conoce el niño su cuerpo, sus funciones y el cuidado para conservar una buena salud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Que hay en el cuerpo humano. • Los huesos. ¿para qué? • Los músculos y el conocimiento. • Transformación de alimentos. • Los nutrientes. • ¿para que respiramos? • Cuidando la salud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa. • Observación de láminas. • Rompecabezas. • Modelados en plastilina • Recortados de láminas. • Sopa de letras. • Representación gráfica. • Experimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • • Identifica la organización del cuerpo humano y explica su funcionamiento y como esto le permite relacionarse en el entorno. • Explica las funciones y cambios que viven las personas. • Explica la importancia de los nutrientes para la salud. • Argumenta sobre los cuidados del cuerpo en especial en los sistemas digestivos, óseo, muscular y respiratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • • Identifica y reconoce las partes del cuerpo humano. • Valora la importancia de una buena alimentación para conservación de su salud.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2009-2010

DISEÑO CURRICULAR DEL ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL **Grado: segundo**

Periodo	Ejes articuladores estándares de competencia	Contenidos conceptuales	Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales	Logros
Tercero	<ul style="list-style-type: none"> • Describe la flora, la fauna, el agua y el suelo de su entorno, valora la importancia del buen uso de estos. • ¿cómo identifica el niño la flora, la fauna y el agua, el suelo y su buen uso? 	<ul style="list-style-type: none"> • La flora y la fauna de su entorno. • El agua y los suelos. • Estados del agua. • Recursos naturales de su entorno. • Cuidado y conservación del medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa. • Descripción. • Experimentación directa. • Representaciones gráficas. • Modelados en plastilina. • Contenidos actitudinales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Observa y reconoce los recursos naturales de su entorno. • Participa en actividades de cuidado y conservación del medio ambiente. • Representa gráficamente los recursos naturales de su entorno. • Reconoce los diferentes estados en que se presenta el agua • Conoce e identifica la flora y la fauna de su entorno • Utiliza adecuadamente los recursos naturales. • Establece semejanzas y diferencias de los estados del agua . 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica y establece diferencias entre la flora, fauna y el suelo de su entorno. • Reconoce los estados del agua. • Coopera en la conservación del medio ambiente y reconoce la importancia del agua para la conservación de los seres vivos

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2009-2010

DISEÑO CURRICULAR DEL ÁREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL **Grado: segundo**

Periodo	Ejes articuladores estándares de competencia	Contenidos conceptuales	Contenidos procedimentales	Contenidos actitudinales	Logros
Cuarto	<ul style="list-style-type: none"> Energía tierra y universo ¿cómo ha cambiado la materia a partir de los procesos físicos y sus implicaciones dentro del ambiente? 	<ul style="list-style-type: none"> La energía y la electricidad. Las maquinas. El sistema solar. La tierra se mueve. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimentación directa – talleres. Lectura relacionada con el tema. Diálogos con referente al tema. Observación de láminas. Graficas. 	<ul style="list-style-type: none"> Reconoce las fuentes de energía importantes para la vida. Determina la composición del sistema solar. Analiza que es la luz y como las maquinas aportan a la humanidad. Reconoce como se mueve la tierra y los efectos de su movimiento. Clasifica los planetas según sus propiedades 	<ul style="list-style-type: none"> Reconoce que el sistema solar es indispensable para la vida. Diferencia los movimientos de la tierra y la importancia de estos para dar origen al día y la noche.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2013

AÑO ESCOLAR: 6 y 7 PERIODO: 1 ÁREA/ASIGNATURA: BIOLOGÍA DOCENTE: LUZ MARINA SANCHEZ CEDEÑO Y JAIRO RIVERA VARELA

ESTÁNDAR(ES) BÁSICO(S) DE COMPETENCIAS: Explico la estructura de la célula y las funciones básicas de sus componentes.

LOGRO: Reconoce la importancia de la célula en las funciones vitales de todo ser vivo

INDICADORES DE LOGRO	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INTERDISCIPLINARIEDAD: ÁREAS/PROYECTOS INSTITUCIONALES COMPETENCIAS LABORALES / CIUDADANAS	ACCIONES EVALUATIVAS	ACCIONES DE SUPERACIÓN Y/O MEJORAMIENTO
Describe la estructura celular Explica las funciones celulares básicas Describe la importancia de la Célula como unidad fundamental de la vida	La célula unidad fundamental de la vida Estructura y función celular Organelas celulares Nutrición celular	Comparo diferentes tipos de células Búsqueda y síntesis de información	Aplicación de valores: Respeto /Responsabilidad y Participación en el desempeño escolar.	Competencias científicas Competencias ciudadanas	Aplicación de ejercicios para trabajo grupal en clase Aplicación de ejercicios para trabajo individual en la casa Evaluación escrita, individual	Realización de un taller sobre estructura y función celular. Evaluación escrita sobre los contenidos del taller

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ACADÉMICO PLANEACIÓN INSTITUCIONAL 2013

AÑO ESCOLAR: 8 y 9 PERIODO: 1 ÁREA/ASIGNATURA: BIOLOGÍA DOCENTE: HAROLD GONZALEZ Y JAIRO RIVERA

ESTÁNDAR(ES) BÁSICO(S) DE COMPETENCIAS: Explico la variabilidad de las poblaciones y la diversidad Biológica como consecuencia de las estrategias de reproducción, cambios genéticos.

LOGRO: Explica los procesos de reproducción y su influencia en los cambios genéticos

INDICADORES DE LOGRO	CONTENIDO CONCEPTUAL	CONTENIDO PROCEDIMENTAL	CONTENIDO ACTITUDINAL	INTERDISCIPLINARIEDAD: ÁREAS/PROYECTOS INSTITUCIONALES COMPETENCIAS LABORALES / CIUDADANAS	ACCIONES EVALUATIVAS	ACCIONES DE SUPERACIÓN Y/O MEJORAMIENTO
Describe los procesos de división mitótica. Explica los tipos de reproducción Explica el modelo de doble hélice el A.D.N y su influencia en la transmisión de los caracteres genético	El modelo de doble hélice, del A.D.N fundamento del almacenamiento y transmisión del material genético La reproducción sexual y la variabilidad genética	Comparo diferentes sistemas de reproducción Búsqueda y síntesis de información Elaboración de modelos del ADN	Aplicación de valores: Respeto /Responsabilidad y Participación en el desempeño escolar.	Competencias científicas Competencias ciudadanas	Aplicación de ejercicios para trabajo grupal en clase Aplicación de ejercicios para trabajo individual en la casa Evaluación escrita, individual	Realización de un taller sobre reproducción y ADN. Evaluación escrita sobre los contenidos del taller

E-Anexo: Información de encuestas y entrevistas

En este anexo se presentan los resultados tabulados y graficados

Cuestionario N°1

Se indagó por sobre los intereses y expectativas frente al concepto de evolución biológica. Las expectativas frente a este cuestionario fueron:

- Identificar la cercanía de los estudiantes con el concepto de evolución
- Evaluar la disposición con la que los estudiantes recibirán el tema.
- **Con respecto a los intereses y expectativas**

Cercanía de los estudiantes con el tema

Respuesta de los estudiantes sobre si han escuchado hablar acerca la EB

Respuesta	Nro de estuđinates	Frecuencia %
Muchas veces	64	40
Algunas Veces	45	28
Pocas Veces	50	31
Nunca	1	1
Totales	160	100

Gusto e importancia que dan al estudio de la evolución**Gusto o importancia que los estudiantes manifiestan sobre el estudio de la EB**

Respuesta	Nro de estuđinates	Frecuencia %
Me gustaría	10	6
Un poco	6	4
Me da Igual	142	89
No me gustaría	2	1
Totales	160	100

Que piensan sobre: Se debe enseñar evolución biológica**Respuesta acerca de lo que los alumnos piensan sobre la intensidad con que se debe enseñar la TEB**

Respuesta	Nro de estuđinates	Frecuencia %
Si siempre	10	6
Algunas Veces	25	16
Pocas Veces	15	9
Nunca	110	69
Totales	160	100

Cuestionario N°2

En este cuestionario que presentaba tres preguntas abiertas se construyeron, una vez leídas, y limpiadas de ruido, categorías según las respuestas de los estudiantes y esas categorías son las que se tabularon y graficaron

Se indagó por los preconceptos relacionados con el concepto de evolución biológica. Las expectativas frente a este cuestionario fueron:

- Reconocer la idea que tienen los estudiantes sobre los ritmos y patrones de evolución.
- Verificar la existencia de conocimientos sobre los distintos mecanismos de evolución en los estudiantes.
- Verificar en los estudiantes el conocimiento de que la evolución es una propiedad inherente a la vida.

Con respecto a los presaberes

Sobre el concepto de evolución ¿Que es la evolución Biológica?

**Respuesta de los estudiantes acerca de la
definición de la EB**

Respuesta	Nro de estudiantes	Frecuencia %
Cambio de las especies	31	19
Cambio de un ser para mejorar	48	30
Cambio a lo largo de la vida	80	50
No sabe	1	1
Totales	160	100

Sobre la forma en la que ocurre la evolución ¿De qué forma ocurre la evolución?

Respuesta de los estudiantes ante el interrogante de la forma en la que ocurre la EB

Respuesta	Nro de estudiantes	Frecuencia %
Lentamente	80	50
Según la especie	2	1
Lentamente a lo largo de la vida	37	23
No Ocorre	41	26
Totales	160	100

Sobre los mecanismos de evolución ¿Cuáles son los factores podría favorecer la evolución?

Respuesta de los estudiantes sobre cuales consideran como los factores que favorecen la EB

Respuesta	Nro de estudiantes	Frecuencia %
Ambiente, Adaptacion	90	56
Ambiente, azar, Variabilidad, Adaptaciones	30	19
Ambiente, azar, Variabilidad, Adaptaciones, tiempo	25	16
No sabe	15	9
Totales	160	100

Sobre la heredabilidad por parte de los descendientes de características y cambios en los progenitores ¿Todos los cambios ocurridos en el genoma de los padres son heredados?

Respuesta de los estudiantes sobre la heredabilidad de los cambios ocurridos en el Genoma

Respuesta	Nro de estuđinates	Frecuencia %
Si siempre	43	27
Algunas veces	25	16
Pocas Veces	13	8
Nunca	79	49
Totales	160	100

Sobre la ocurrencia de evolución en la actualidad ¿Hay casos de evolución en la actualidad o esta se detuvo?

Respuesta de los estudiantes sobre el interrogante la evolución se detuvo, o está en marcha

Respuesta	Nro de estuđinates	Frecuencia %
Si, para todas las especies	60	38
En algunos individuos	17	11
Se detuvo	63	39
Nunca hubo	20	13
Totales	160	100

Indagación sobre algunos criterios docentes con respecto a la enseñanza de la evolución

Los resultados se obtuvieron de entrevista semi estructuradas, es decir, centradas en los tres tópicos siguientes, pero sin que hubiera un cuestionario previo.

Sobre diseño de plan de área ciencias naturales.

Las respuestas obtenidas se agruparon en las siguientes categorías

- Forma de trabajo (en grupo o individual).
- Forma en que se asumen los estándares.
- Fuentes de información

Sobre la enseñanza de la de evolución biológica

Las respuestas obtenidas se agruparon en las siguientes categorías

- Momento en que se debe enseñar
- Motivo para enseñar en un determinado momento.
- Tiempo dedicado a su enseñanza

Tiempo dedicado por los docentes a la enseñanza de la TEB

Respuesta	Numero de Docentes	Frecuencia %
Una semana	4	22
Maximo dos semanas	2	11
Un periodo	0	-
No se enseña	12	67
Totales	18	100

Sobre elementos conceptuales abordados en la enseñanza de la evolución biológica

Las respuestas obtenidas no se agruparon en categorías.

Bibliografía

Amabis, J. M. (2011). Evolución Biológica. En Manual de Biología III. México: Santillana.

Ángulo D. Fanny, García R. María - Aprender a enseñar ciencias: una propuesta basada en la autorregulación, en Revista educación y pedagogía vol. xi no. 25.

Álvarez, E., Meinardi, E. y González Galli, L. (2010, octubre). Zonas polémicas de la biología evolutiva y su expresión en la didáctica. Memorias IX Jornadas Nacionales IV Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. San Miguel de Tucumán, Argentina.

Araujo, R. y Roa, R. (2011). Enseñanza de la evolución biológica. Una mirada al estado del conocimiento. Bio-grafía: escritos sobre la Biología y su enseñanza, 4(7), 15-35.

Ayuso, G, y Banet, E. (2002). Pienso más como Lamarck que como Darwin: comprender la herencia biológica para entender la evolución. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales, 32, 39-47.

Audesirk, T. A. (2008). Biología. La vida en la Tierra. Prentice Hall.

Bayrakdar, Mehmet (1983). «Al-Jahiz And the Rise of Biological Evolutionism; (<http://www.salaam.co.uk/knowledge/al-jahiz.php>); The Islamic Quarterly. <http://www.salaam.co.uk/knowledge/al-jahiz.php>; Consultado el 13-07-2013.

Bar, A. R. (2008). unne.edu.ar. Recuperado el 25 de julio de 2011, de <http://www.unne.edu.ar/investigacion/com2008/D-019.pdf>

Bruner, J. (1978). El proceso mental en el aprendizaje. Madrid: Narcea.

Camacho Juan Pedro. (2002); Interés del estudio de la evolución, Publicado en temas de Biología evolutiva, recuperado de http://www.sesbe.org/temas_bio_evo, el 24 de nov de 2013, 8:00 pm

Campos, e. a. (2003). Biología uno. México: Editorial Limusa.

Campos, Miguel Ángel y Cortes, Leticia, (2005). El abordaje de conocimiento abstracto de estudiantes pre-universitarios en el caso del tema de evolución en biología. Paradigma [online], vol.26, n.1 [citado 2012-10-21], pp. 169-200

Caponi, G. (2009). Entrevista al doctor Gustavo Caponi. Revista Bio-grafia: escritos sobre la Biología y su enseñanza, 2(1) ISSN 2027-1034.

Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 183-208.

Castro, Colmenares, O. A. (s.f.). Investigacion.contabilidad.unmsm.edu.pe. Recuperado el 15 de Marzo de 2012, de <http://investigacion.contabilidad.unmsm.edu.pe>

- Campbell, Gordon. (2006); Empedocles; Encyclopedia of Philosophy; .recuperado de; <http://www.iep.utm.edu/e/empeoccl.htm#H4>. Internet Consultado el 30 de diciembre de 2012.
- Cook, K.A. (2009). Suggested project-based Evolution unit for High School: Teaching Content Through Application. *The American Biology Teacher*, 71(2), 95.
- Congreso de la República de Colombia. (1994). Ley 115, ley general de educación, febrero 8, Bogotá.
- Curtis, H. (1993). *Biología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Darwin, C. (1859). *On the origins of species*. London: Murray.
- Dawkins, R. 2009. *Evolución. El mayor espectáculo sobre la tierra*. Barcelona: Espasa Calpe.
- Díaz, M. É. (2011). [Ensenar-evolucion-biologica-algo-mas-que-Darwin_a5552.html](http://www.tendencias21.net/Ensenar-evolucion-biologica-algo-mas-que-Darwin_a5552.html). Tendencias21.net.
- Dobzhansky, T. 1973. Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35, p. 125-129.
- Dietrich, Michael R. (1994); The origins of the neutral theory of molecular evolution; *Journal of the History of Biology* 27 (1): pp. 21-59. (<http://dx.doi.org/10.1007%2FBF01058626>).
- Dietrich, Michael R. (1998). Paradox and Persuasion: Negotiating the Place of Molecular Evolution within Evolutionary Biology; *Journal of the History of*

Biology 31 (1): pp. 85-111.
(<http://dx.doi.org/10.1023%2FA%3A1004257523100>).

Elliot, J. (2002). La investigación-acción en educación. Madrid: Morata, S. L.

Fernández, J. S. (2007). Permanencia de las ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. . Didácticas de las ciencias sociales y experimentales, 129-149.

Fourez, G. (1994). Alfabetización científica y tecnológica. Argentina: Ediciones Colihue.

Futuyma, D. (2009). Evolution. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.

Futuyma, D. (1998). Evolutionary biology. 3er ed. Sunderland, Sinauer Associates.

Gallego Badillo, R y Pérez M.R (1999), aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad en las ciencias experimentales, revista educación y pedagogía vol. Xi no. 25

Garduño Róman, S. (2002). Enfoques metodológicos en la investigación educativa. Investigación Administrativa.

Gené, A. (1991). Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y el aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 22-27.

Giorgi, S. C. (2005). Un estudio sobre las investigaciones acerca de las ideas de los estudiantes en fuerza y Movimiento. Ciência & Educação (Bauru), 83-95.

- González Galli, L. y Meinardi, E. (2009). El pensamiento finalista como obstáculo epistemológico para la enseñanza del modelo darwiniano. Enseñanza de las ciencias. Número extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 1274-1276.
- Gonzalez Galli, G. y Martin L. (2011). Tesis Doctoral "Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural". Buenos Aires, Argentina: Biblioteca Digital.
- Gould, S.J. (2002), The Structure of Evolutionary Theory. Cambridge MA: Harvard Univ. Press. (La estructura de la teoría de la evolución. Barcelona: Tusquets, p.172
- Grau, M. (2002). Enseñar y aprender evolución una apasionante carrera de obstáculos. . Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales, 56-64.
- Hagen, Joel B. (1999). «Naturalists, Molecular Biologists, and the Challenges of Molecular Evolution» (en inglés). Journal of the History of Biology 32 (2): pp. 321-341. (<http://dx.doi.org/10.1023%2FA%3A1004660202226>).
- Hayes, J. (2000). The Happy Heretic, Prometheus Books, New York. 268 p.
- Hernández, Álvarez y Ruíz. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. Teorema, 107-121
- Hernández, Sampieri, y otros (2003). Metodología de la investigación, segunda edición, Mc Graw Hill 485 pág.
- Hernández, Sampieri, y otros (2010). Metodología de la investigación, quinta edición, Mc Graw Hill 595 pág.

Jacob, F. (1997). El juego de lo posible. Barcelona: Ediciones Grijalbo Mondadori.

Jiménez, Alexandre, M. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. Enseñanza de las ciencias, 248-256.

Kimura, M. (1968). En Evolutionary rate at the molecular level. En M. Kimura, Nature 217 (págs. 624-26).

King & Jukes (1969). Non-Darwinian Evolución. Science, vol. 164 (pags 788-798)

Knobel, L. y. (2000). Problemas asociados con la metodología de la investigación cualitativa. Perfiles educativos.

Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. En Abell, S. y Lederman, N. Handbook of Research on Science Education. Mahwah (New Jersey): Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

López O, J. (2004). Motoo Kimura. En: Yepes, G. et al. Grandes pensadores: Biólogos, etólogos, ecólogos y médicos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Magaña, S. M. (2004). www.jornada.unam.mx. Recuperado el 20 de Noviembre de 2011, de www.jornada.unam.mx

Martín-Laborda, R. (2005). <http://biblioteca.ulsa.edu.mx>. Recuperado el 25 de junio de 2012, de http://biblioteca.ulsa.edu.mx/publicaciones/nuevas_tecnologias.pdf

Mayr, E. (1987). Evolución. Barcelona: Prensa Científica.

Mayr, E. (1980). *The evolutionary synthesis*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Mayr, E., (1998). *Así es la Biología*. Madrid: Debate.

Ministerio de Educación Nacional. . (1998). *Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Magisterio.

Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Santa Fé de Bogotá: Espantapájaros Taller.

Marone, L. y López de Casenave, J. 2009. Ñandúes, calandrias y la “creación” de la evolución. *Hornero*, 24 (2), p. 65-72.

Miller, James (2008). *Daoism and Nature*; Royal Asiatic Society. Consultado el 15-07-2013 en:
(<http://www.jamesmiller.ca/RAS%20lecture%20on%20daoism%20and%20nature.pdf>).

Moreira, M. (2003). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. La enseñanza de las ciencias y la investigación en el aula.

Moreira, M. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Boletín de estudios e investigación, Indivisa*, 83-102.

Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta. Bases para una reforma educativa*. Argentina: Nueva Visión.

Needham y Ronan, 1995, p. 101

Needham y Ronan, 1995, p. 101

https://books.google.com.co/books?id=WxXu83RxSNwC&pg=PA196&lpg=PA196&dq=Needham+y+Ronan,+1995&source=bl&ots=2o0jZF9R3H&sig=-G7Af-tOnO-dFw1WyJAXeGdx5Y&hl=es&sa=X&ei=7J_sVlzqEoWVNoKehKgM&ved=0CDQQ6AEwAw#v=onepage&q=Needham%20y%20Ronan%2C%201995&f=false.

Nei, M. (1987). *Molecular Evolutionary Genetics*. New York: Columbia University Press.

Nesse, R. y Williams, G. 2000. *¿Por qué enfermamos?* Barcelona: Grijalbo.

Oleques, L. C.-S. (2011). Evolución biológica: percepción de profesores de Biología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 243-263.

Paz, R. V., (2003) Posibles efectos de la forma en que entiende el maestro de primaria la evolución biológica y la forma en que la aprenden sus alumnos del <http://www.unidad094.upn.mx/revista/42/chente.htm>.

Paz, R. V., 1999 a. Una evaluación de la enseñanza de la Biología en la Educación Primaria. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM

Pinker, S. 2003. *La tabla rasa, La negación moderna de la naturaleza humana*. Barcelona: Paidós.

Pinker, S. 2007. *El mundo de las palabras. Una introducción a la naturaleza humana*. Barcelona: Paidós

Powell, Jeffrey R. (1994). «Molecular techniques in population genetics: A brief history». En B. Schierwater, B. Streit, G. P. Wagner y R. De Salle.

- Molecular Ecology and Evolution: Approaches and Applications (en inglés).
Birkhäuser Verlag. pp. 131–156. ISBN 3-7643-2942-4.
- Provine, W. B. (1971) The Origins of Theoretical Population Genetics. University of Chicago Press.
- Restrepo, G. B. (2002). desarrollo.ut.edu.co. Obtenido de http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_6668.pdf
- Rocha, Bravo M, enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria, universidad nacional de Colombia, facultad de ciencias, Medellín, 2012
- Ruiz Gutiérrez Rosaura, Álvarez Pérez E, Noguera Solano R, Esparza Soria M. S; Enseñar y aprender biología evolutiva en el siglo xxi en: Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza; Vol. 5 No 9. Julio a Diciembre del 2012 P. p.80-88.
- Russell, E.S. (1919). Form and Function. Londres.
- Rough Guides; Pallen, Mark (2009). The Rough Guide to Evolution (Rough Guide Science/Phenomena).London: Rough Guides. p. 66. ISBN 1-85828-946-7.
- Schmitt, Stéphane (2006). Aux origines de la biologie moderne. L'anatomie comparée d'Aristote à la théorie de l'évolution. Paris: Éditions Belin. ISBN. Texto «p.97»

Simpson, David (2006). Lucretius (<http://www.iep.utm.edu/l/lucretiu.htm>). The Internet Encyclopedia of Philosophy. Consultado el 4-07-2013.

Soler Juan J; (2002) La teoría evolutiva y la medicina. Publicado en temas de Biología evolutiva, recuperado de http://www.sesbe.org/temas_bio_evo, el 24 de nov de 2013, 8:00 pm.

Solomon, E. L. (2011). Biología. México: Mc Graw Hil.

Soto-Sonera, J. (2009). "Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica". Revista Mexicana de Investigación Educativa, 515-538.

Tamayo Hurtado, M. S. (s.f.). Dificultades en la enseñanza de la evolución biológica. Tomado el 5 de Noviembre de 2012, de: <http://www.taringa.net>: <http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion>

Tejada, M. d. (2009). Los conceptos de población y especie en la enseñanza de la biología: concepciones. Dificultades y perspectivas; tomado el 5 de Noviembre de 2011, de: <http://hera.ugr.es/tesisugr/17860623.pdf>

Uribe Castro, G "aspectos de la enseñabilidad de las ciencias sociales y humanas". Revista Académica e Institucional de la U.C.P.R

Wilkins, John (2006). «Species, Kinds, and Evolution; recuperado de: (<http://ncse.com/rncse/26/4/species-kinds-evolution>), el 22-09-2013.

Zirkle, Conway (1941). Natural Selection before the "Origin of Species"; Proceedings of the American Philosophical Society 84 (1): pp. 71-123.