



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE EVOLUCIÓN EN ESTUDIANTES DE LA
BASICA SECUNDARIA**

MÓNICA ROCHA BRAVO

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín

2012

**LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE EVOLUCIÓN EN ESTUDIANTES DE LA
BASICA SECUNDARIA**

MÓNICA ROCHA BRAVO

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:

Doctora, M.Sc. Bióloga, EDNA JUDITH MÁRQUEZ FERNÁNDEZ

Línea de Investigación:

GENÉTICA DE POBLACIONES

Grupo de Investigación:

BIOTECNOLOGÍA ANIMAL

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2012

A mi familia

*Porque con su amor, compañía, aliento y
apoyo alimentaron la conquista de un sueño*

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos a:

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

El Docente Arturo Jessie Manuel coordinador de la Maestría, y su grupo de apoyo, por su constante trabajo para hacer de este programa una maestría de calidad y pertinencia.

La doctora Edna Judith Márquez, por orientar este proyecto y brindarme la confianza, orientación y exigencia necesarias para sacarlo adelante.

A las instituciones educativas, docentes y estudiantes que posibilitaron con su aporte y colaboración la obtención de información valiosa para la elaboración del presente trabajo.

Resumen

Este estudio está orientado hacia el análisis de varios de los aspectos relacionados con la enseñanza del concepto de evolución en estudiantes de la básica secundaria, concretamente noveno grado en la ciudad de Medellín. Se inició con la revisión de los estándares de competencia establecidos por parte del Ministerio de Educación Nacional; evaluación de la pertinencia y coherencia. En segundo lugar, se estudiaron los criterios de diseño y ejecución de planes de curso y/o mallas curriculares de ciencias naturales de 9°, mediante la aplicación de encuestas y entrevistas con docentes de instituciones educativas de la ciudad y se relacionaron con los criterios del Ministerio. En tercer lugar se evaluó el interés, las fuentes de información y saberes previos de los estudiantes, mediante encuestas aplicadas a 120 estudiantes del colegio Corazonista de la ciudad de Medellín y los datos obtenidos fueron usados en el establecimiento de las concepciones alternativas que con respecto a evolución, existían en su estructura conceptual. Con base en los resultados derivados de las etapas anteriores se diseñó una herramienta conceptual con fundamento en la revisión de cinco libros de Biología que incluían este tema como parte de su contenido. Quedan por revisar los contenidos de los textos escolares para este grado en trabajos posteriores, para complementar los alcances de esta iniciativa.

Palabras clave: enseñanza de la evolución, saberes previos, lineamientos MEN, básica secundaria, estructura conceptual, estándares de competencia.

Abstract

This study aims at analyzing several aspects related with teaching the concept of evolution in high school students, specifically ninth grade students in the city of Medellin. It started with a review of the competency standards established by the National Ministry of education; assessment of the pertinence and coherence. Second, we studied the designing criteria and execution of course plans and/or natural science curricula for 9th grade, by conducting surveys and interviews with teachers in educational institutions of the city and compared them to the criteria of the Ministry. Thirdly we assessed the interest, the information sources and the prior knowledge held by the students by means of surveys applied to 120 students from Corazonista School in Medellin, and the data we obtained was used in establishing alternative conceptions regarding evolution besides those existing in their conceptual structure. Based on the results from the previous stages a conceptual tool was designed on the foundation of the review of five biology books which included this topic as part of their content. It remains to check the contents of textbooks for this level in subsequent works to complement the scope of this initiative.

Keywords: teaching of evolution, previous knowledge, lineamientos MEN, middle school, conceptual structure, standards of competence

Contenido

	Pág.
Agradecimientos	V
Resumen	VI
Abstract	VII
Contenido	VIII
Lista de figuras	10
Lista de tablas	11
Introducción	12
Marco Teórico	15
1.1 Evolución.....	15
1.2 Problemas o dificultades asociados a la enseñanza de la evolución.....	17
1.3 Propuestas para la enseñanza de la evolución.....	20
1.4 Sobre la investigación educativa.....	22
Materiales y Métodos	26
1.5 Enfoque investigativo.....	26
1.6 Población Objeto de estudio.....	26
1.7 Etapas.....	29
1.7.1 Análisis de los fundamentos y disposiciones emanados desde el ministerio de educación nacional.....	29
1.7.2 Indagación sobre algunos criterios docentes con respecto a la enseñanza de la evolución.....	29
1.7.3 Evaluación de los preconceptos de evolución en estudiantes de noveno grado	29
1.7.4 Diseño de herramienta para la enseñanza de la evolución.....	30
Resultados y discusión	31
1.8 Etapa 1: Análisis de los fundamentos y disposiciones emanados desde el ministerio de educación nacional.....	31
1.8.1 Contexto general.....	31
1.8.2 Estándares de competencia relacionados con la evolución en la básica secundaria.....	33

1.9	Etapa 2: Indagación sobre algunos criterios docentes con respecto a la enseñanza de la evolución	37
1.9.1	Diseño plan de curso	38
1.9.2	Enseñanza de la evolución en los seres vivos	39
1.9.3	Intensidad de los contenidos estudiados en evolución	41
1.9.4	Confrontación de los planes de curso o mallas curriculares de algunas intuiciones con las disposiciones del Ministerio y los contenidos propuestos	49
1.10	Estudio de interés, expectativas, y presaberes en estudiantes de noveno grado en relación con la evolución	52
1.10.1	Con respecto a los intereses y expectativas.....	52
1.10.2	Con respecto a los presaberes.....	53
1.11	Guía conceptual para la enseñanza de la evolución de los seres vivos en la básica secundaria	60
	Conclusiones y recomendaciones	63
	Bibliografía	65

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Investigación educativa	24
Figura 2 Estructura Área Ciencias Naturales	32
Figura 3 Responsable diseño plan o malla	38
Figura 4 Consideración sobre estudio del tema de evolución	39
Figura 5 Estudio del tema de evolución	39
Figura 6 Grado en que se estudia el tema de evolución	39
Figura 7 Periodo en que se estudia el tema de evolución	40
Figura 8 Sesiones de clase dedicadas	40
Figura 9 Suficiencia de material bibliográfico	40
Figura 10 Tipo de material bibliográfico	40
Figura 11 Nivel de estudio del concepto de evolución	44
Figura 12 Nivel de estudio de cronología del pensamiento evolutivo	44
Figura 13 Nivel de estudio de evidencias de evolución	45
Figura 14 Nivel de estudio de bases genéticas	45
Figura 15 Nivel de estudio de Mecanismos de evolución	45
Figura 16 Nivel de estudio de origen e historia evolutiva de los seres vivos	47
Figura 17 Nivel de estudio de la evolución humana	47
Figura 18 Nivel de estudio de eras geológicas	47
Figura 19 Nivel de estudio de patrones de evolución	48
Figura 20 Nivel de estudio de especiación	48
Figura 21 Nivel de estudio de la evolución y diversificación de la vida	48
Figura 22 Fuentes de información sobre evolución	52
Figura 23 Concepto sobre el tema de evolución	53
Figura 24 Deseo de aprender sobre evolución	53
Figura 25 Importancia de aprender sobre evolución	53
Figura 26 Definición de evolución	55
Figura 27 Relación evolución-sobrevivencia	56
Figura 28 Ritmos de evolución	56
Figura 29 Mecanismos de evolución	57
Figura 30 Mutaciones y evolución	57
Figura 31 Herencia de cambios	58
Figura 32 Evolución en la actualidad	58
Figura 33 Evolución dirigida a salvación	59
Figura 34 Origen de las adaptaciones	59

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Problemas en estudiantes	17
Tabla 2 Problemas en docentes	19
Tabla 3 Propuestas para la enseñanza	20
Tabla 4 características de las instituciones educativas estudiadas	28
Tabla 5 Estándares sexto y séptimo	34
Tabla 6 Estándares octavo y noveno	36
Tabla 7 Estándares y contenidos	41
Tabla 8 Análisis planes y/o mallas institucionales	50
Tabla 9 Preguntas indagadoras de presaberes y problemas en la enseñanza de la evolución	54

Introducción

En la enseñanza de la Biología, el concepto de evolución 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 “*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). 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. Uno de los problemas principales de la evolución es entender las historias evolutivas de varios organismos, aspecto que fue estudiado hasta mediados de los años 60 principalmente por paleontólogos, embriólogos y sistemáticos (Nei, 1987) El otro problema crucial de esta área, es entender los mecanismos de evolución, aspecto que fue estudiado principalmente por genetistas de poblaciones (Nei, 1987) y ha recibido apoyo de diversas ramas de la Biología.

Los mecanismos de evolución han sido especulados por varios autores, notablemente por J. B. Lamarck a principios del siglo XIX, posteriormente Charles Darwin (Darwin, 1859) sin conocer la fuente de variación, propuso que la evolución ocurría por selección natural en la presencia de variación. Más tarde, cuando se demostró que la variación genética podría ser generada por mutación espontánea, la teoría de Darwin fue transformada en Neo-Darwinismo o la teoría sintética de la evolución (Mayr, 1980) De acuerdo a esta teoría, la mutación es la fuente primaria de variación pero el papel principal para crear nuevos organismos lo juega la selección natural.

Finalmente, Kimura propuso la controvertida Teoría neutralista de la evolución molecular (Kimura, 1968) la cual establece que los cambios evolutivos que se presentan en una población corresponden a genes mutantes neutros o casi neutros, surgidos principalmente de la deriva genética y que no tienen más o menos ventajas frente a los genes que han reemplazado. De esta forma la difusión de genes puede ocurrir sin que los mismos se relacionen con alguna ventaja selectiva, pueden ser el resultado de fenómenos aleatorios que pueden favorecer su desaparición o su fijación en la población. Esta teoría podría resumirse en que “la mayoría de las mutaciones son neutras, se producen al azar, se dan en todas las especies, el ritmo de mutación es igual y son independientes del ambiente” (Yepes, G. et al. 2004).

En este contexto, es importante averiguar la forma como se viene enseñando y aprendiendo un concepto tan complejo en la biología. Los trabajos relacionados con la enseñanza de la Evolución, involucran diversas perspectivas que incluyen a los

docentes; la incidencia de sus creencias en la enseñanza de este tema, algunas de las falencias conceptuales detectadas desde su labor, la necesidad de darle un enfoque epistemológico a la enseñanza de este y otros más. De igual forma, también analizan aspectos relacionados con los estudiantes; su estructura conceptual, habilidades y disposición frente al tema y la influencia de agentes externos en la forma como este tema se aprende y enseña.

En este trabajo, se pretende realizar una mirada multifactorial de la enseñanza de la evolución biológica, pues aunque la finalidad es proporcionar un referente conceptual, su diseño tiene en cuenta los entes reguladores, los estudiantes y los docentes.

Un aspecto objeto de estudio se relaciona con la secuencia de temas y los conceptos que se privilegian en la enseñanza de la evolución biológica. Esta propuesta tiene como base la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, según este autor, “el conocimiento está organizado en campos conceptuales cuyo dominio, por parte del sujeto, ocurre a lo largo de un extenso período, a través de experiencia, madurez y aprendizaje” (Moreira, 2003) como una forma de visualizar la jerarquización y secuenciación de contenidos y su aprendizaje por parte de los estudiantes.

En cuanto los estudiantes se describen limitaciones que incluyen aspectos que van desde la motivación frente al estudio de las ciencias, hasta los problemas relacionados con la habilidades requeridas para la comprensión y aplicación de los contenidos relacionados con la evolución de los seres vivos. Este enfoque está sustentado en la Teoría del aprendizaje conceptual de Bruner, que plantea que parte de la solución a los problemas de cómo aprenden lo estudiantes la constituye la observación directa de éstos en la escuela (Bruner, 1978); la Teoría del aprendizaje significativo de David Ausbel, que destaca la importancia de los saberes previos dentro del proceso de formación “ el aprendizaje significativo se caracteriza por la interacción entre el conocimiento nuevo y conocimiento previo” (Moreira, 2005).

El desarrollo de este trabajo se inicia con una revisión de los estándares de competencia por parte del MEN¹, evaluando su pertinencia y coherencia, también se estudiaron los criterios con los que se orienta el diseño de planes de curso y/o mallas curriculares mediante la aplicación de encuesta y entrevistas con algunos docentes de instituciones educativas de la ciudad, se examinan algunos de los documentos anteriormente nombrados en cuanto a los contenidos que planean, relacionando esta información con los instrumentos estadísticos aplicados. La indagación sobre los saberes previos de los estudiantes se hizo a través de encuestas aplicadas a alrededor 120 estudiantes del colegio corazonista y los datos obtenidos usados en el establecimiento de las debilidades

¹ Ministerio de Educación Nacional

y fortalezas presentes en su estructura conceptual, para el diseño de la herramienta conceptual se hizo revisión de cinco libros de Biología que incluían este tema como parte de su contenido.

Teniendo en cuenta todo lo anterior este trabajo tiene como objetivo general diseñar una herramienta conceptual que posibilite a los docentes mejorar las condiciones de enseñanza del concepto de Evolución Biológica en grado 9° y que permita a los estudiantes el acceso al tema de una manera diferente. Como objetivos específicos se proponen analizar la estructura curricular del eje temático de Evolución a través de las disposiciones desde el MEN y algunos planes de curso o mallas curriculares establecidas para Ciencias Naturales de grado 9°, identificar algunas de las dificultades que puedan presentarse en el proceso enseñanza-aprendizaje de la Evolución Biológica en estudiantes de 9° a partir de sus preconceptos y analizar algunos de los referentes y fuentes conceptuales útiles en la enseñanza del concepto de evolución.

Marco Teórico

Como fundamentos teóricos esenciales de este apartado se establecerán el concepto de evolución, a través de la exposición de algunas de las teorías actuales relacionadas con este concepto y como segundo elemento se examinarán algunos referentes relacionados con la enseñanza de la evolución biológica desde el panorama de los estudiantes, los docentes y algunas dificultades que se presentan en la praxis.

1.1 Evolución

Se conoce la evolución como la acumulación de cambios en una población, dados a nivel genético y que ocurren a lo largo de las generaciones.

Como parte del análisis de este concepto, se abordará la Teoría Sintética de la Evolución (TSE) propuesta por Theodosius Dobzhansky, Julian Huxley, Bernhard Rensch, Simpson G., Ledyard Stebbins y Ernest Mayr: Esta teoría 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. Según Mayr esta teoría se basa en la aceptación de dos conclusiones (Amabis, 2011).

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

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 su trabajo de Tesis Doctoral González Galli, “Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural” (Galli, 2011), resume los principios de la TSE de la siguiente forma:

- Se distingue el fenotipo como el conjunto de rasgos “observables” del genotipo (el conjunto de genes contenidos en todos el ADN del organismo).

- 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.
- La herencia se basa en unidades que mantienen su identidad 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.
- 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 amplía esta diversidad genética.
- El cambio evolutivo es un proceso poblacional que implica un cambio en la abundancia relativa de organismos individuales con diferencias genotípicas.
- 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).
- La selección natural está relacionada con las grandes y las pequeñas diferencias entre las especies.
- 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.
- Las poblaciones naturales son genéticamente variables por lo que pueden evolucionar rápidamente cuando las condiciones ambientales cambian.
- Poblaciones de una especie en diferentes regiones geográficas difieren en las características que tienen.
- Las diferencias interespecíficas 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.
- Las diferencias entre poblaciones de una especie suelen ser adaptativas y, por lo tanto, consecuencia de la selección natural.
- Especies diferentes representan diferentes acervos genéticos, esto es, las especies son grupos de individuos que potencialmente pueden aparearse y que no intercambian genes con otros grupos similares.
- 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.
- Los taxones superiores se originaron por prolongada acumulación de pequeñas diferencias más que por el súbito origen mutacional de “tipos” drásticamente diferentes.

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.

Sin embargo es importante destacar que esta teoría no desconoce el papel de la selección natural en la evolución de los organismos y que para el caso del nivel molecular podría filtrar variaciones poco favorecedoras. Así, sobrevivirían no los más aptos, sino los más “afortunados” (Yepes, G. et al. 2004).

1.2 Problemas o dificultades asociados a la enseñanza de la evolución

A nivel general en las ciencias, encontramos que existe un marcado interés por identificar, analizar y solucionar los problemas asociados a su enseñanza, es por eso que a través de la búsqueda de información se pueden encontrar muchos autores que aborden la enseñanza de las ciencias y que propongan innumerables formas de aportar a la divulgación y real comprensión del conocimiento científico. 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, 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 estudiante, al docente y por supuesto la estructura del tema en cuestión.

A continuación se presenta una tabla en la que se exponen las principales dificultades que se han encontrado en los estudiantes al momento de estudiar la evolución biológica

Tabla 1 Problemas en estudiantes

<i>Problema</i>	<i>Referencia bibliográfica</i>	<i>Descripción de situación</i>
Prevalencia de enfoque lamarquiano	Gené 1991 Junwgwrit 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 lamarquistas 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.
Concepciones teleológicas	Galli 2011	Los estudiantes asumen a la evolución como un proceso dirigido a un fin determinado.
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	Grau y de Manuel 2002 Carrascosa 2005	La forma como los medios de comunicación hacen uso de términos científicos, genera

comunicación		concepciones erradas o distorsionadas del proceso evolutivo, generando presaberes o ideas previas equivocadas y difíciles de superar.
Antropocentrismo	Grau y de Manuel 2002 Galli 2011	La perspectiva antropocentrista 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.

De igual forma, se exponen los problemas relacionados con los docentes y la forma como presentan este tema a los estudiantes en la siguiente tabla

Tabla 2 Problemas en docentes

<i>Problema</i>	<i>Referencia bibliográfica</i>	<i>Descripción de situación</i>
Problema	Referencia	
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 y errores conceptuales que se reflejan en la forma como los estudiantes aprenden del tema.
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

1.3 Propuestas para la enseñanza de la evolución

Tabla 3 Propuestas para la enseñanza

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.
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.

		<ul style="list-style-type: none"> • 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 e 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 interdisciplinares	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 visualizado 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

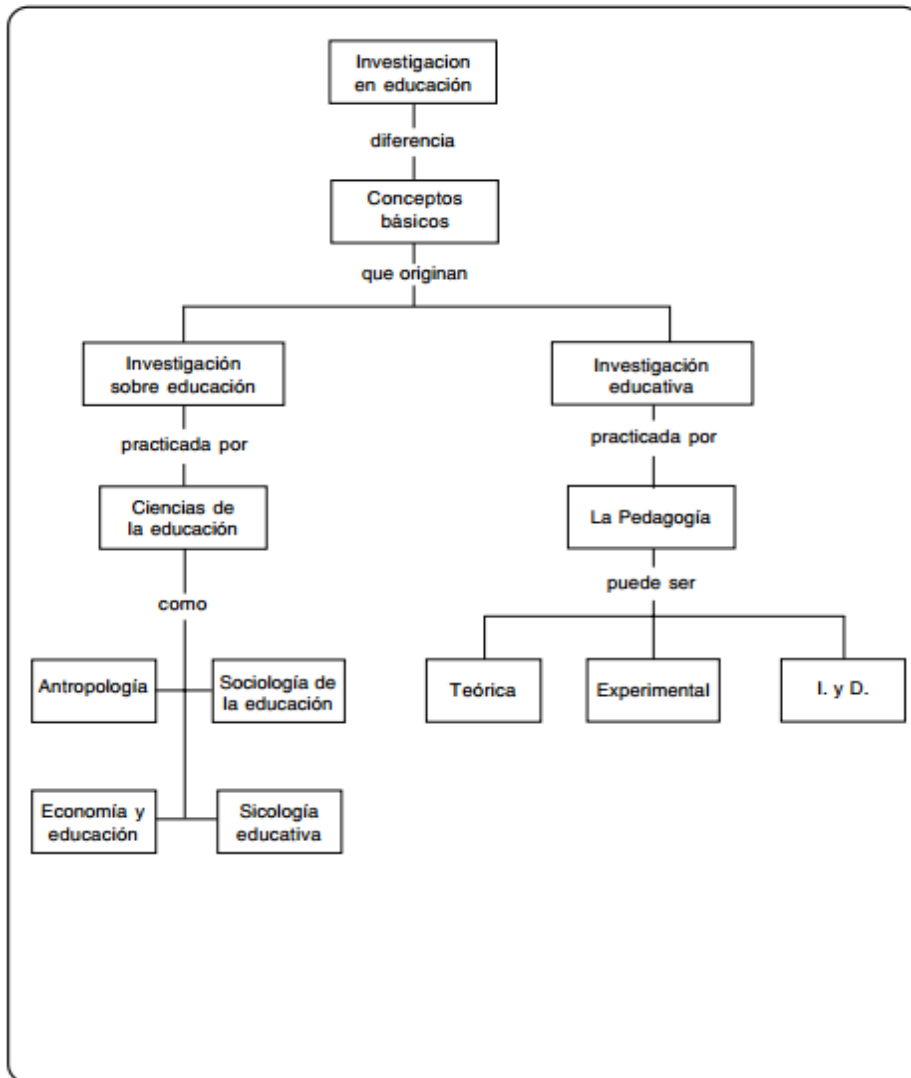
1.4 Sobre la investigación educativa

La educación está fielmente ligada a la sociedad, en una dinámica que se mueve en el ciclo causa-efecto, por ello, la educación a lo largo del tiempo ha sido influenciada y responsable de las transformaciones positivas o negativas que ésta sufra. Esta es una realidad que no puede ser desconocida por parte de quienes son protagonistas de la educación y que ha llevado a que la investigación educativa cada vez tenga mayor fuerza y vigencia. Entendida la investigación educativa como “ investigación centrada en lo

pedagógico, sea ella 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). Tales fenómenos pueden ser clasificados tal y como lo propone Restrepo en:

- “Los problemas externos”: conciernen a las condiciones materiales de funcionamiento y desarrollo del sector (problema de financiación y administración) y cuya solución parece fundamentalmente depender de la voluntad política del estado y del país y de la capacidad de presión de los actores más afectados (Restrepo, 2002).
- “Los problemas internos” que conciernen al proceso educativo mismo y que afectan dimensiones pedagógica, didáctica y organizativo-administrativa del quehacer educativo institucionalizado (Restrepo, 2002).

Figura 1 Investigación educativa



Vemos entonces que la investigación educativa se centra en los aspectos derivados de la enseñanza y el aprendizaje y que puede orientarse desde varias perspectivas, por ellos puede ser asumida desde diversos enfoques, siendo uno de estos la *Investigación-acción* una tendencia que puede estar orientada al estudio y análisis de situaciones como las formas de enseñanza, interacción con el entorno, las relaciones de autoridad y todos los fenómenos que afectan el hecho educativo. De esta forma los resultados de la investigación- acción se reflejan en “prácticas como la “autoevaluación”, “investigación-acción” y “adopción de decisiones” (Restrepo, 2002).

Este término fue empleado por primera vez por Lewin en 1974 y tal y como lo referencia Jhon Elliot (Elliot, 2002) y como secuencia de la misma Lewin propone:

1. Aclaración y diagnóstico de una situación problemática en la práctica.

2. Formulación de estrategias de acción para resolver el problema;
3. Implantación y evaluación de las estrategias de acción y
4. Aclaración y diagnóstico posteriores de la situación problemática (y así sucesivamente en la siguiente espiral de reflexión y acción).

Teniendo en cuenta la diversidad de situaciones que pueden investigarse en la escuela, es claro que los métodos pueden ser muy variados, en este sentido, se referenciarán los cuestionarios de selección múltiple.

Los cuestionarios de selección múltiple o encuestas con respuesta cerrada tienen ventajas como las referenciadas por Lankshear y Knobel (Knobel, 2000):

- Brinda múltiples datos
- Pueden ser usadas en poblaciones o muestras numerosas
- Las respuestas dadas pueden ser categorizadas

Sin embargo, también pueden presentar inconvenientes, como los referenciados por Silvia Giorgi, Sonia Concari y Roberto Pozzo (Giorgi, 2005) quienes retoman lo expuesto por Clement y otros (1989), estos autores afirman que el uso de sólo una prueba de selección podría no garantizar que los conocimientos mostrados en la prueba sean los que realmente están anclados en la estructura conceptual de quien responde y que además podrían no corresponder con lo que el investigador piense. También referencian a otros autores que ven como limitación de los cuestionarios que quien responda lo haga acertadamente, pero aun así no posea los elementos conceptuales que le permitan dar cuenta de la respuesta seleccionada.

Materiales y Métodos

1.5 Enfoque investigativo

Este trabajo se desarrolló en el marco de la investigación de tipo Investigación- acción, referenciada por Susana Asela Garduño Róman (Garduño Róman, 2002) y teniendo en cuenta el enfoque al que corresponde, se realizó a través del cumplimiento de varias etapas, descritas anteriormente en el marco teórico, tras las cuales se establecieron conclusiones y/o recomendaciones, por último se presenta la herramienta metodológica o conceptual

1.6 Población Objeto de estudio

Estudiantes

Se utilizaron 120 estudiantes de 9° grado, en la jornada de la mañana del colegio Corazonista, colegio privado de la ciudad de Medellín, ubicado en el barrio La castellana, en el sector centro- occidental de la ciudad.

Estos estudiantes en su gran mayoría pertenecientes al sexo masculino, se ubican entre los 14-17 años. Pertenecen a una condición socio -económica medio-alto, con padres en su gran mayoría profesionales y con un buen acceso a la tecnología y medios de comunicación. Reciben 5 horas de 50 minutos de clase de Ciencias Naturales a la semana, en su formación se han privilegiados los conocimientos del Entorno vivo desde 6°, el Entorno físico sólo es abordado en un periodo del año. Muestran agrado por el trabajo propuesto por el área y en su gran mayoría son comprometidos con las actividades asignadas. Cuando se inició el trabajo con estos estudiantes, éstos habían estudiado temas relacionados con las características de los seres vivos, los mecanismos de división celular y genética.

- 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.

Cuestionario N°1

Se aplicó el 17 de febrero de 2012

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
- ✓ Identificar los medios y/o recursos que tiene el estudiante como fuente de conocimiento sobre evolución..
- ✓ Evaluar la disposición con la que los estudiantes recibirán el tema.

Cuestionario N°2

Se aplicó el 20 de Marzo de 2012

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.
- ✓ Identificar claridad en el concepto de mutación y si se establece algún nexo entre este término y la evolución.
- ✓ Identificar la existencia de principios lamarckianos en los estudiantes (herencia de caracteres adquiridos).
- ✓ Verificar el establecimiento de la evolución como propiedad inherente a la vida y la existencia de la idea en los estudiantes de que la evolución concluye con el hombre por ser el organismo “más evolucionado”.
- ✓ Identificar principios teleológicos en el concepto de evolución.

Docentes

Los docentes encuestados son docentes de instituciones educativas de la ciudad de Medellín y el municipio de Envigado; las instituciones son de carácter oficial y de carácter privado .

Las características de las instituciones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4 características de las instituciones educativas estudiadas

I. EDUCATIVA	1	2	3	4	5	6
Carácter	Oficial	Oficial	Oficial	Oficial	Privada	Privada
Ubicación	Cra 45C N° 39sur 11 Barrio Alcalá Envigado	Km 8 vía al mar pajarito	Carrera 52 N° 109 ^a – 18, barrio Andalucía	CR 85 A NO 98 B 18	Calle 47D N° 77-31	Cra 84 N° 34-36
Jornada	Jornada de la mañana	Jornada de la tarde	Jornada de la tarde	Jornada de la mañana	Jornada de la mañana	Jornada de la mañana
Intensidad Horaria C. Naturales	3 horas	4 horas	5 horas	3 horas	4 horas	5 horas
Área con mayor intensidad horaria	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas, lengua castellana y ciencias naturales	Matemáticas	Matemáticas y lengua castellana	Matemáticas
Formación de docente encargado	Licenciatura en Biología y Química y especialización en tecnología de la información.	Licenciado en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental.	Ingeniero agrícola	Biólogo	Licenciada en biología	Licenciatura en química y biología

En el trabajo con los docentes se aplicaron tres encuestas de manera simultánea entre el 20-30 de marzo y se describen a continuación:

Encuesta N°1: Sobre diseño de plan de curso ciencias naturales grado 9°.

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

Encuesta N°2: sobre la enseñanza del concepto de evolución biológica.

Objetivo: analizar algunos de los elementos considerados en la enseñanza del concepto de Evolución biológica, correspondiente a Ciencias Naturales de 9°.

Encuesta N°3: sobre elementos conceptuales abordados en la enseñanza del concepto de evolución biológica.

Objetivo: Indagar por los contenidos considerados en la enseñanza del concepto de Evolución biológica, correspondiente a Ciencias Naturales de 9°.

1.7 Etapas

1.7.1 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 la misma.
2. Ubicación de los estándares básicos de competencia relacionados con evolución.
3. Análisis de los estándares básicos de competencia relacionados con evolución.

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

Objetivo: Analizar los criterios de diseño y las propuestas curriculares de algunas instituciones con relación al tema de la evolución.

Actividades:

1. Indagación sobre criterios de diseño curricular.
2. Estudio de planes de curso de o mallas curriculares de Ciencias Naturales de grado 9°.

1.7.3 Evaluación de los preconceptos de evolución en estudiantes de noveno grado

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 instrumentos.

1.7.4 Diseño de herramienta para la enseñanza de la evolución

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

Actividades:

1. Definición de estrategia a diseñar.
2. Construcción o diseño de herramienta.

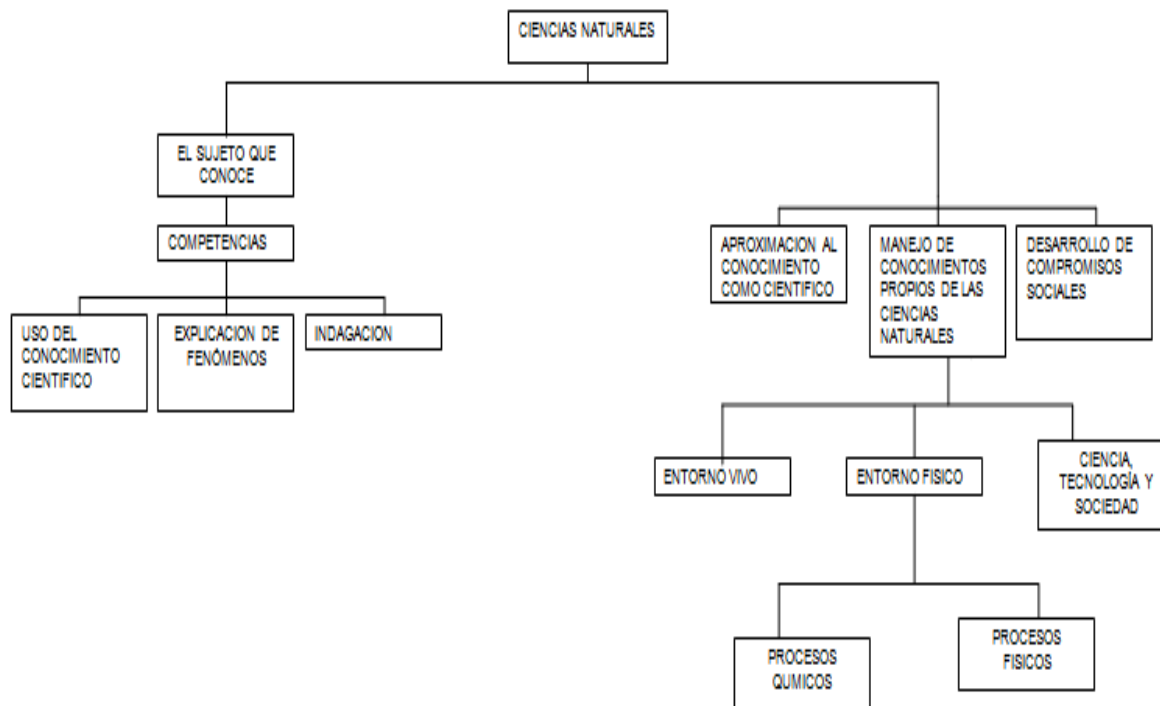
Resultados y discusión

1.8 Etapa 1: Análisis de los fundamentos y disposiciones emanados desde el ministerio de educación nacional

1.8.1 Contexto general

Para iniciar, y como una forma de construir un marco general, se define el área de acuerdo al Ministerio de educación nacional como el “Conjunto de conocimientos, actividades y propuestas articuladas y tendientes a que el alumno identifique, interprete y aplique conceptos relacionados con el universo, la materia, la energía, la estructura y sus relaciones mutuas, asumiendo un compromiso con el medio.” Para dar cumplimiento al objetivo planteado desde esta definición, la estructura del área considera al estudiante como el sujeto que conoce en términos de competencias y al objeto de estudio a través de los conocimientos, habilidades y actitudes que exige (Figura 2).

Figura 2 Estructura Área Ciencias Naturales



De acuerdo a esta definición se propone que el conocimiento científico o disciplinar del área, se discrimine a través de tres aspectos o componentes:

Entorno vivo, relacionado con entender la vida, los organismos vivos, sus interacciones y transformaciones (Ministerio de Educación Nacional. , 2004)

Entorno físico: cuyo interés es descrito como “la apropiación y el uso de nociones y conceptos que le permiten entender el entorno donde viven los organismos, las interacciones que se establecen y explicar las transformaciones de la materia”.

El conocimiento relacionado con Ciencia, Tecnología y Sociedad, 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 avances científicos (Ministerio de Educación Nacional. 2004)

Vemos entonces, desde la definición del objeto de estudio del entorno vivo, que se hace un planteamiento del proceso evolutivo como parte del estudio de las Ciencias Naturales. Esto también se hace evidente en los *Lineamientos Curriculares*, establecidos desde 1993 y que se reconocen como “documento con el propósito de señalar horizontes deseables que se refieren a aspectos fundamentales y que permiten ampliar la comprensión del papel del área en la formación integral de las personas, revisar las tendencias actuales en la enseñanza y el aprendizaje y establecer su relación con los

logros e indicadores de logros para los diferentes niveles de educación formal” (Ministerio de Educación Nacional. , 1998)

En los referentes teóricos expuestos como fundamento del área, concretamente los Filosóficos y los Epistemológicos se habla de “El sentido del área de ciencias naturales y educación ambiental en el Mundo de la Vida”, y se describe que lo que nos rodea en la actualidad, es el resultado de largos procesos evolutivos, reconstruidos y descritos gracias a la imaginación del ser humano, conjugada con la observación y la experimentación.

1.8.2 Estándares de competencia relacionados con la evolución en la básica secundaria

En el año 2004, en el marco de la llamada *Revolución Educativa*, el MEN publica los estándares básicos de competencia para el área de ciencias naturales, con la colaboración de la Asociación colombiana de Facultades de Educación (Ministerio de Educación Nacional. , 1998) y describen una guía que permitiría a todas las instituciones educativas brindar una educación con un mismo nivel de calidad, independientemente del carácter que tengan los establecimientos educativos. De esta forma, los estándares de competencia, organizados según los componentes y entornos ya descritos, referencian lo que los estudiantes **deben saber** y **deben saber hacer** tras finalizar los diferentes conjuntos de grados. A continuación, se describe la secuencia de los estándares que en el entorno vivo, se proponen secuencialmente para la básica secundaria:

Tabla 5 Estándares sexto y séptimo

CONJUNTO DE GRADOS	SEXTO Y SÉPTIMO	
ESTÁNDAR DE COMPETENCIA ²	ACCIONES DE PENSAMIENTO ³	
	La Célula	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.
Identifico condiciones de cambio y de equilibrio en los seres vivos y en los ecosistemas	Función de reproducción	Comparo sistemas de división celular y argumento su importancia en la generación de nuevos organismos y tejidos.
	Dinámica de los seres vivos	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.
	Origen y diversificación de la vida	Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías. Reconozco en diversos grupos taxonómicos la presencia de las mismas moléculas orgánicas. Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células. 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.
	Ecosistemas	Caracterizo ecosistemas y analizo el equilibrio dinámico entre sus poblaciones. 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.

² Hacen referencia a aquello que los niños, niñas y jóvenes deben saber y saber hacer al finalizar un conjunto de grados.

³ Acciones para producir el conocimiento propio de las ciencias naturales.

Como se puede evidenciar a través de las acciones de pensamiento propuestas, el tema de evolución es planteado en la básica secundaria a partir de sexto grado. A continuación se analiza la pertinencia y coherencia de las acciones de pensamiento propuestas para los grados Sexto y Séptimo:

- *Explico el origen del universo y de la vida a partir de varias teorías.* Esta propuesta está de acuerdo con las habilidades de los estudiantes y es considerada por varios libros de texto que se utilizan como guía. Esta acción de pensamiento permite afianzar habilidades como análisis, argumentación, entre otras. Además, permite que el estudiante perciba que la ciencia no pretende alcanzar un saber verdadero, sino la obtención de un saber riguroso y verificable cuyas respuestas no son definitivas, y tal vez ni siquiera probables (Colmenares)
- *Reconozco en diversos grupos taxonómicos la presencia de las mismas moléculas orgánicas.* Esta acción de pensamiento no es coherente con la formación académica obtenida en los grados 6 y 7 debido a que los estudiantes no cuentan con fundamentos de química que permitan diferenciar la materia orgánica de la inorgánica.
- *Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con las características de sus células.* Esta acción de pensamiento es pertinente y coherente con estos grados cuyos ejes temáticos centrales involucran la célula y su clasificación como eucariota y procariota, la comparación de células vegetales y animales. El estudiante podría utilizar esta información para clasificar organismos según su estructura celular, utilizando esta información como un criterio intrínseco de clasificación (Campos, 2003)
- *Propongo explicaciones sobre la diversidad biológica teniendo en cuenta el movimiento de placas tectónicas y las características climáticas.* Esta acción de pensamiento no está contemplada en varios libros de texto usados como guía en los cuales no hay contenidos relacionados con geología; la conformación y dinámicas de la corteza terrestre.
- *Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia.* La propuesta del MEN implica que los fundamentos teóricos requeridos para entender el concepto de “adaptación” se adquieren en los grados 8 y 9, lo que evidencia falta de coherencia con la formación que se adquiere en los grados 6 y 7. Esto es particularmente importante si se tiene en cuenta que una adaptación se define como “combinación, caracteres, procesos metabólicos o vías de desarrollo que permiten a un organismo sobrevivir en una hábitat o nicho determinado” o como “el proceso por medio del cual los miembros de una población llegan a ajustarse mejor a algunas de las características o particularidades de su ambiente en una característica que afecta su reproducción o supervivencia” (Futuyma, 2009). De otro lado, algunos textos guías abordan solamente la temática de ecosistemas colombianos. Debido a que la adaptación a ecosistemas es un proceso general que no está restringido solamente a los ecosistemas colombianos, el docente debe estar atento a extender este concepto a otras latitudes.

- *Formulo hipótesis sobre las causas de extinción de un grupo taxonómico.* Esta acción de pensamiento puede ser abordada en los grados actuales debido a que los grupos taxonómicos se abordan de manera general y existe un gran flujo de información sobre problemas ambientales y extinciones reconocidas.

Tabla 6 Estándares octavo y noveno

OCTAVO A NOVENO		
ESTANDAR DE COMPETENCIA		ACCIONES DE PENSAMIENTO
Explico la variabilidad en las poblaciones y la diversidad biológica como consecuencia de estrategias de reproducción, cambios genéticos y selección natural.	Genética	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.
	Función de reproducción	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
	Diversidad biológica	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. 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.
	Función de relación	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

En relación con las acciones de pensamiento propuestas para los grados octavo y noveno, el estándar de competencia hace mayor énfasis en los procesos evolutivos:

- *Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares.* Esta acción de pensamiento ya había sido propuesta para los grados sexto y séptimo. Para evitar ser reiterativos con lo tratado en estos grados, se requiere enfocar la clasificación en estudios filogenéticos probablemente técnicas de difícil acceso en este nivel. Sin embargo, si se ignora este enfoque, esta acción se retrngiría a tratar nuevamente un tema que se podría considerar como aprobado en grado 6°.
- *Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica.* Esta acción de pensamiento pretende inculcar en el estudiante la necesidad de utilizar nuevas aproximaciones en la clasificación de organismos. La clasificación de los seres vivos implica identificar o definir el propósito de clasificación, definir los criterios de clasificación, observar el conjunto de organismos e individuos, identificando sus características semejanzas y diferencias, establecer las relaciones y determinar las categorías correspondientes. Tal actividad puede complicarse si se trata de organismos de difícil ubicación taxonómica, lo que implica el reto de usar metodologías que permitan generar mayor información sobre estos organismos.
- *Identifico criterios para clasificar individuos dentro de una misma especie.* Esta acción de pensamiento requeriría que el estudiante reconozca la aplicación métodos de estudio avanzados y tal aproximación es difícil de lograr en este nivel de formación.
- *Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos.* Esta acción de pensamiento es coherente con el nivel de formación que obtendrían los estudiantes en estos grados.
- *Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.* Esta acción de pensamiento es también coherente con el nivel de formación que obtendrían los estudiantes en estos grados. Podría asumirse esta acción como la puesta en práctica de algunos de los temas abordados en estos grados, pues requiere proponer explicaciones a partir de analizar los contenidos en un contexto natural determinado.
- *Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.* Esta acción de pensamiento es pertinente, coherente con el nivel de formación que obtendrían los estudiantes en estos grados y es abordada en los textos guía. En estos grados los estudiantes podrían acercarse de una manera correcta a esta acción de pensamiento debido a que estudian el concepto de adaptación, los mecanismos de evolución, los eventos geológicos y biológicos de cada era, entre otros.
- *Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.* Esta acción de pensamiento está contemplada en varios textos guía. Gracias a que se afianzan habilidades como establecimiento de diferencias, semejanzas, aplicación de teoría, argumentación, entre otras, estas teorías se pueden abordar con un enfoque crítico.

1.9 Etapa 2: Indagación sobre algunos criterios docentes con respecto a la enseñanza de la evolución

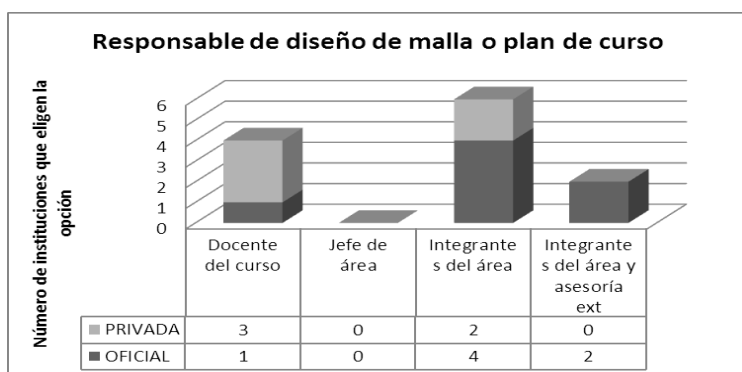
Con el fin de explorar la perspectiva docente en la enseñanza de la evolución de los seres vivos, dentro de este trabajo se realizó una encuesta, aplicada a 12 instituciones

educativas, de carácter oficial y privado⁴, ubicados en el área metropolitana⁵. Los resultados arrojados por las encuestas y su respectivo análisis se muestran a continuación.

1.9.1 Diseño plan de curso

En cuanto al diseño o construcción del plan de curso, se observa un trabajo con mayor carácter colectivo en las instituciones oficiales, pues la construcción del plan es conjunta. Estos se concibe como una ventaja pues puede permitirle a los docentes de cada curso considerar los aspectos más importantes a tratar de acuerdo a lo que se establece para los cursos posteriores o afianzar posibles vacíos en los anteriores. Además, podría reflejarse en una mejor secuenciación de los temas. Se percibe una autonomía con respecto a la figura del jefe de área⁶ que pareciera tener un papel de coordinador pero no determina los criterios de los docentes.

Figura 3 Responsable diseño plan o malla



Con respecto a los criterios que se consideran en el diseño del plan de curso, en la gran mayoría de las instituciones educativas se muestra preocupación por cumplir con los decretos ministeriales sobre los contenidos, y esto ocurre en todas las instituciones privadas. Los textos escolares no parecieran tener mucha relevancia al momento de diseñar los planes y sería importante entonces preguntarse por cuál es la fuente bibliográfica que se usa para esta etapa de la planeación. Teniendo en cuenta lo anterior, resulta pertinente que los docentes, hagan un ejercicio crítico hacia estas herramientas; presenten propuestas conceptuales y secuenciales.

⁴ De carácter confesional católico

⁵ Municipios de Medellín y Envigado

⁶ Docente que dirige el área o departamento de Ciencias Naturales, se elige del equipo docente.

1.9.2 Enseñanza de la evolución en los seres vivos

Como consideración inicial se plantea la importancia que el tema de evolución biológica tiene para el docente en la básica secundaria. Es importante destacar que tanto las instituciones de carácter oficial como privado examinadas en este estudio, han incluido el tema de la evolución en su plan de curso o malla curricular. En su gran mayoría consideran que el tema debe ser abordado en el grado 9° y sólo dos Instituciones la cursan en dos grados diferentes. Aquí ya se percibe una discrepancia con lo planteado por las directrices del Ministerio de Educación y lo que hacen las instituciones educativas, pues aunque las acciones de pensamiento relacionadas con la temática de evolución se proponen desde los grados 6° y 7° en la mayoría de las instituciones educativas no se estudian los contenidos relacionadas con las mismas.⁷ (Figura 6).

Figura 4 Consideración sobre estudio del tema de evolución

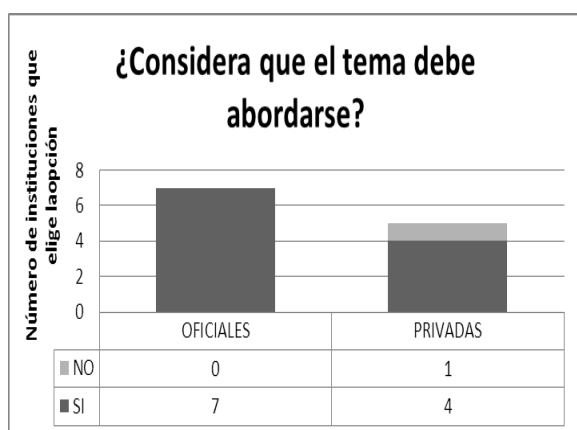


Figura 5 Estudio del tema de evolución

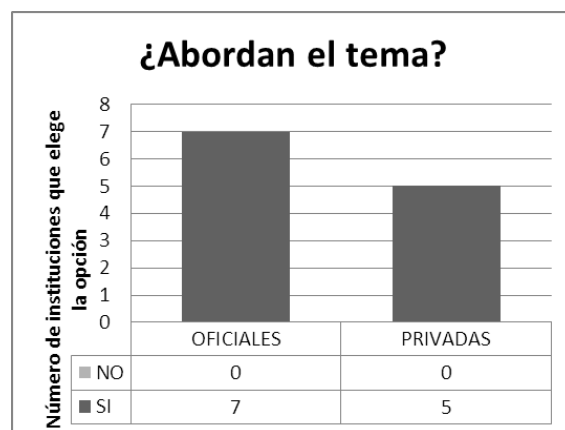
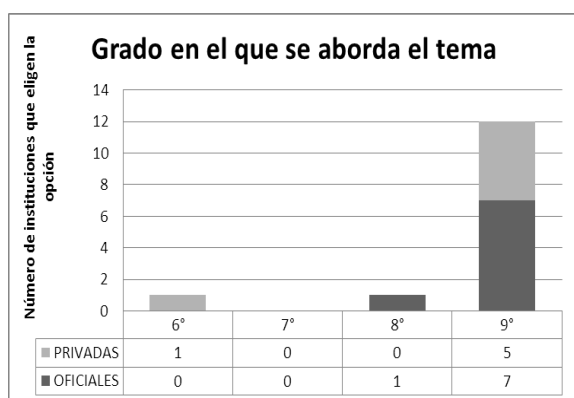


Figura 6 Grado en que se estudia el tema de evolución



⁷ Ver cuadro de estándares de competencia propuestos por el Ministerio de Educación

Centrados en el grado noveno como curso en que se dicta el tema de evolución biológica, no hay similitudes en torno al número de clases empleadas. Algunas instituciones sólo emplean una semana (entre 3-4 clases) y otros casi la mitad del periodo escolar (entre 10-15 clases), lo que podría ser un indicador de la profundidad con la que esta temática es desarrollada. A pesar de estas diferencias en el número de horas empleadas para enseñar el tema de evolución, la gran mayoría de las instituciones manifiesta que el nivel de trabajo en torno a estos conceptos es suficiente.

También son destacables las diferencias que se encuentran en el periodo escolar en el que se aborda el tema de evolución en estas instituciones, lo cual podría ser un indicativo de disimilitudes en las propuestas educativas en cuanto a contenidos, y la articulación o desconexión en el nivel conceptual y/o metodológico.

Con respecto a las herramientas se destaca el uso de las páginas de internet y de los textos escolares como instrumento básico de preparación de clases, esto supondría hacer un ejercicio serio y responsable de la fundamentación, validez y pertinencia del contenido expuesto por estos medios. Así mismo, surge el cuestionamiento de por qué no usar textos especializados, cuyo contenido podría estar apoyado por el conocimiento científico verídico y actualizado.

Figura 7 Periodo en que se estudia el tema de evolución

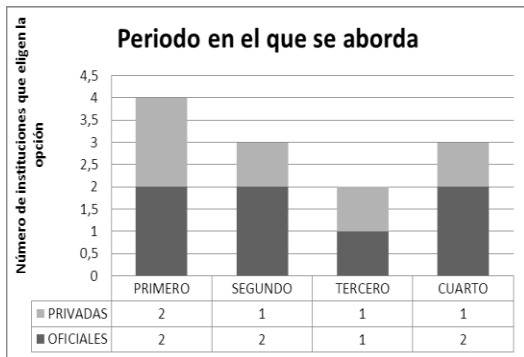


Figura 8 Sesiones de clase dedicadas

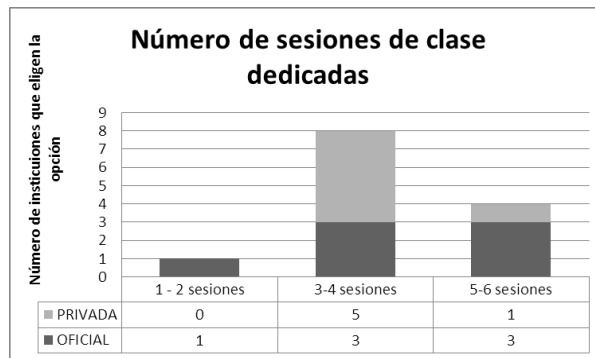


Figura 9 Suficiencia de material bibliográfico

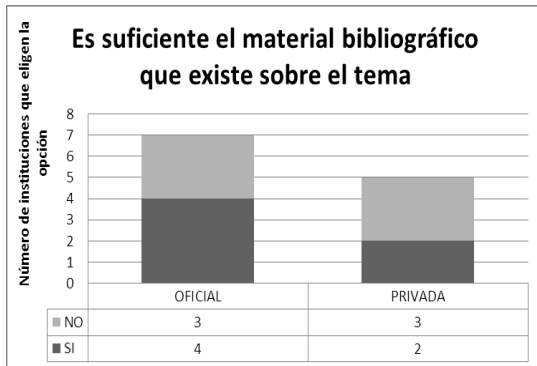
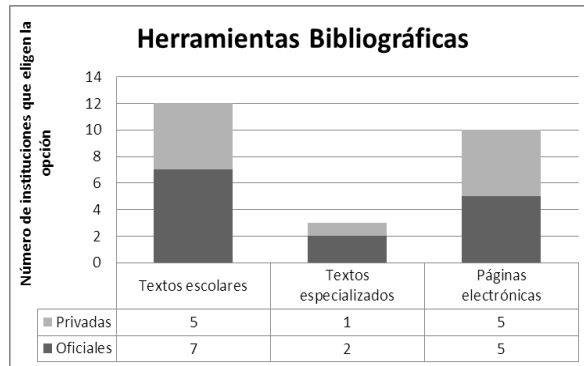


Figura 10 Tipo de material bibliográfico



1.9.3 Intensidad de los contenidos estudiados en evolución

El nivel de intensidad de las propuestas de contenidos de cada institución se analizó siguiendo los textos Biología (Solomon, 2011), Evolución (Mayr E. , 1987), Biología (Curtis, 1993), Biología III (Amabis, 2011) y Biología La vida en la Tierra (Audesirk, 2008), con el fin de verificar la existencia o no de unidad de criterios en cuanto a los conceptos y fenómenos objeto de estudio.

En la siguiente tabla se resumen los estándares de competencia propuestos por el Ministerio de Educación nacional y temas planteados en capítulos de los libros antes descritos, cuyo estudio permitiría alcanzar los estándares propuestos.

Tabla 7 Estándares y contenidos

Estándar de Competencia (Ministerio de Educación Nacional. , 2004)	Contenido
Clasifico organismos en grupos taxonómicos de acuerdo con sus características celulares.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la evolución darwiniana: Evidencias de evolución (Solomon, 2011). ▪ Evolución: Evidencias de evolución (Curtis, 1993). ▪ Bases genéticas de la evolución (Curtis, 1993), (Amabis, 2011). ▪ The tree of life. Class: classification and phylogeny (Futuyma, 1998).
Propongo alternativas de clasificación de algunos organismos de difícil ubicación taxonómica.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la evolución darwiniana: Evidencias de evolución (Solomon, 2011). ▪ Evolución: Evidencias de evolución (Curtis, 1993). ▪ Bases genéticas de la evolución (Curtis, 1993), (Amabis, 2011). ▪ The tree of life. Class: classification and phylogeny (Futuyma, 1998).
Identifico criterios para clasificar individuos dentro de una misma especie.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la evolución darwiniana: Evidencias de evolución (Solomon, 2011). ▪ Evolución: Evidencias de evolución (Curtis, 1993). ▪ Sobre el origen de las especies: Especiación (Curtis, 1993). ▪ Especiación y macroevolución: Especiación (Solomon, 2011).
Comparo sistemas de órganos de diferentes grupos taxonómicos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la evolución darwiniana: Evidencias de evolución

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evolución: Evidencias de evolución (Curtis, 1993) ▪ Sobre el origen de las especies: Especiación (Curtis, 1993) ▪ Especiación y macroevolución: Especiación (Solomon, 2011) ▪ The tree of life. Class: classification and phylogeny (Futuyma, 1998).
<p>Formulo hipótesis acerca del origen y evolución de un grupo de organismos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la evolución darwiniana: Evidencias de evolución ▪ Evolución: Evidencias de evolución (Curtis, 1993) ▪ Bases genéticas de la evolución: Mecanismos de evolución (Amabis, 2011). ▪ Mecanismos de evolución (Mayr 1987) ▪ Sobre el origen de las especies: Especiación (Curtis, 1993) ▪ Especiación y macroevolución: Especiación (Solomon, 2011) ▪ Origen e historia evolutiva de la vida (Solomon, 2011) ▪ Origen e historia evolutiva de la vida: Eras geológicas ▪ The tree of life. Class: classification and phylogeny (Futuyma, 1998). ▪ Pattern and process in macroevolution (Futuyma, 1998) ▪ Evolutionary processes in populations and species (Futuyma, 1998)
<p>Establezco relaciones entre el clima en las diferentes eras geológicas y las adaptaciones de los seres vivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción a la evolución darwiniana: Evidencias de evolución ▪ Evolución: Evidencias de evolución (Curtis, 1993) ▪ Origen e historia evolutiva de la vida(Solomon, 2011) ▪ Origen e historia evolutiva de la vida: Eras geológicas (Solomon, 2011) ▪ The tree of life. Class: classification and phylogeny (Futuyma, 1998). ▪ Evolutionary processes in populations and species

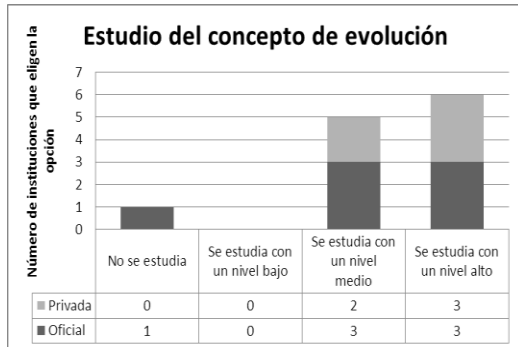
	<p>(Futuyma, 1998)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ecology: The environmental context off evolutionary change(Futuyma, 1998) ▪ Evolution in lineages in the fossil record(Futuyma, 1998)
<p>Comparo diferentes teorías sobre el origen de las especies.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La Evolución: Cronología del pensamiento evolutivo (Mayr 1987) ▪ Introducción a la evolución darwiniana: ideas predarwinianas sobre la evolución (Solomon, 2011). ▪ Sobre el origen de las especies: Especiación (Curtis, 1993). ▪ Especiación y macroevolución: Especiación (Solomon, 2011) ▪ Ecology: The environmental context off evolutionary change(Futuyma, 1998) ▪ A short history of evolutionary biology(Futuyma, 1998)

El nivel de profundidad de los temas vistos por las instituciones fue categorizado en diferentes niveles: (a) no se estudia, (b) bajo, (c) medio y (d) alto. Como criterios para identificar el nivel de profundidad se tomaron en cuenta;

- El tiempo empleado en el estudio del mismo
- La rigurosidad con la que se exige el dominio de los mismos
- Cómo consideran los estudiantes que es el tema

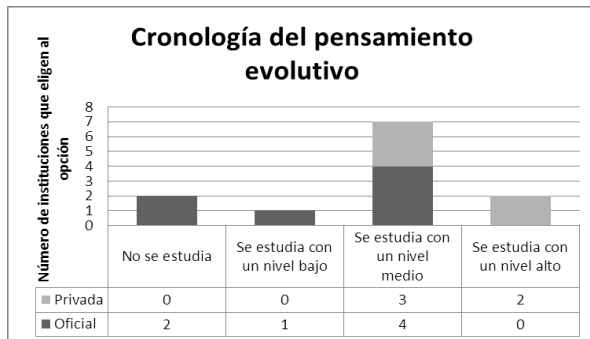
En primera instancia, resulta destacable que se manifieste por parte de una de las instituciones que no se estudia el concepto de evolución, por la importancia que éste podría tener en el desarrollo y comprensión de temas posteriores. Casi todas las instituciones abordan el tema y sólo una de carácter oficial manifiesta que no, se perciben pocas diferencias en cuanto a los niveles con los que cada tipo de institución una manifiesta estudiarlo

Figura 11 Nivel de estudio del concepto de evolución



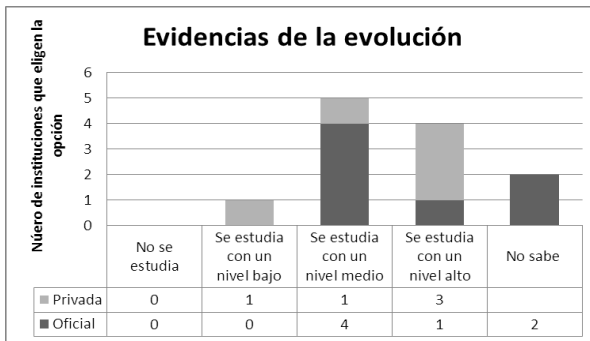
Considerar la cronología dentro del pensamiento evolutivo es una forma de ubicación en los logros y desaciertos del pensamiento evolutivo permite la ubicación en los errores y los aciertos. Por ello, su no consideración dentro de los contenidos a abordar puede significar la no contextualización de los conceptos y la reincidencia en errores derivados de teorías propuestas anteriormente. Se perciben las diferencias entre los niveles con los que docentes de I.E. privadas y oficiales tratan el tema son los de los colegios privados los que manifiestan abordarlas con mayor rigor, incluso algunos colegios oficiales no tratan el tema.

Figura 12 Nivel de estudio de cronología del pensamiento evolutivo



Las evidencias del proceso evolutivo se mueven en el rango de los conceptos objetos de estudio de las ciencias naturales y las ciencias sociales, por ello a pesar de la gran información que proporcionan sobre el hecho evolutivo, algunas instituciones educativas no la incluyen como parte de los contenidos que respaldan el tema de evolución biológica, tal y como se muestra en el gráfico. Este hecho es más común en las instituciones oficiales encuestadas, en donde algunos docentes incluso manifiestan no saber a qué corresponde este tema.

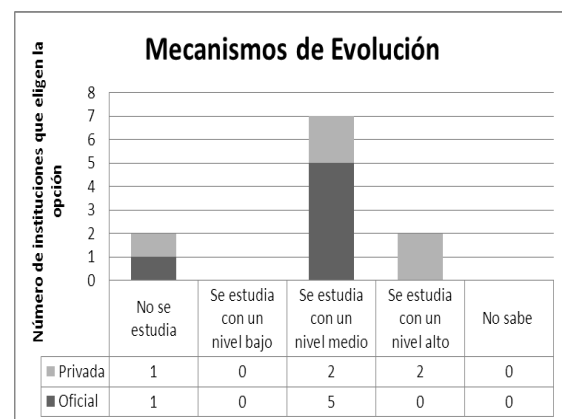
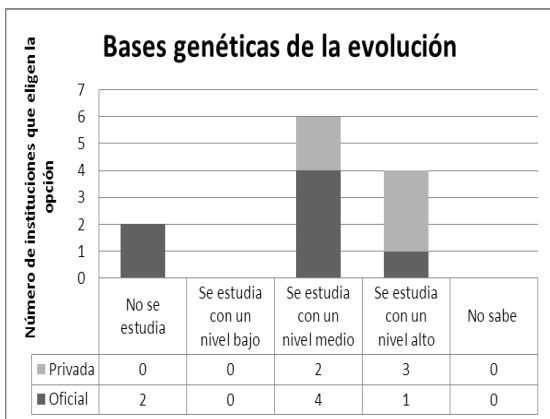
Figura 13 Nivel de estudio de evidencias de evolución



El considerar a la evolución como un hecho y como una teoría, supone la obligatoriedad de aportar elementos que permiten acercarse a la verificación de la teoría, pero también a la explicación de los sucesos, por ello, la perspectiva interdisciplinaria en el estudio de la evolución es una valiosa herramienta que concibe múltiples elementos a través de los cuales se puede dar un acercamiento objetivo a este objeto de estudio. En este sentido, el estudio de los mecanismos de evolución y las bases genéticas de la evolución en la que se incluye este tema, posibilitan entender el proceso evolutivo como una red de fenómenos relacionados e interdependientes que hacen del mismo un proceso complejo y con muchas consideraciones, más allá de lo que se puede ver o suponer a simple vista. En algunos textos, este apartado se conoce como genética poblacional, aunque se omiten los principios estadísticos que rigen esta parte de la genética poblacional. En estos temas se encuentra que el nivel medio predominan en las oficiales y las bases genéticas son abordadas por mayor número de instituciones con un nivel alto en las privadas, dos oficiales reconocen no tratarla en clase, no obstante es importante tener en cuenta que los mecanismos de evolución hacen parte de las bases genéticas de evolución y que se propuso aparte porque en varios textos escolares está dispuesta de esta manera y no se incluye bases genéticas de evolución como tal.

Figura 14 Nivel de estudio de bases genéticas

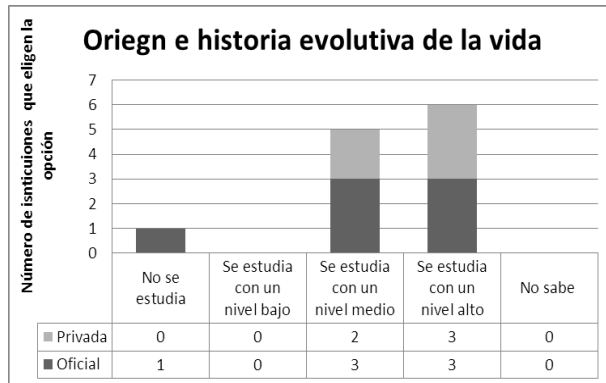
Figura 15 Nivel de estudio de Mecanismos de evolución



Conclusiones y recomendaciones

Aunque algunos manifiestan no trabajar el origen y la historia evolutiva, posteriormente quedará claro que si se hace, enmarcado en otros títulos como el de la evolución de los seres vivos. Excepto por la institución oficial que no incluye este tema como parte de sus contenidos se percibe homogeneidad en los niveles con los que cada uno manifiesta abordar este tema

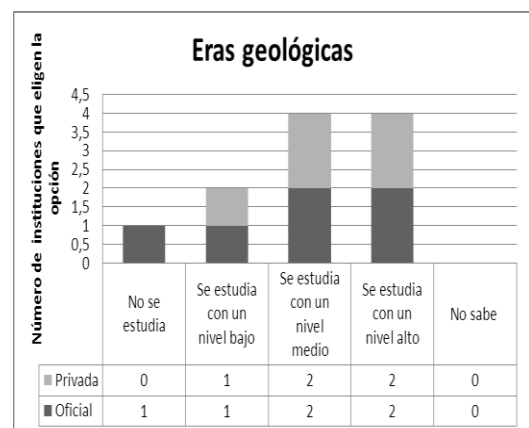
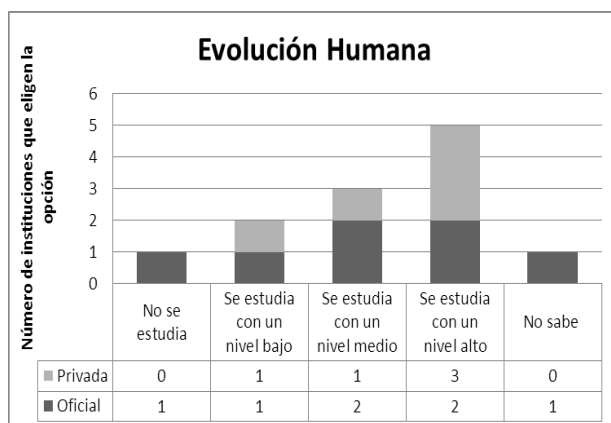
Figura 16 Nivel de estudio de origen e historia evolutiva de los seres vivos



Las eras geológicas no se incluyen quizás en atención a la confusión que aún existe sobre si este tema es propio de las ciencias naturales o de las ciencias sociales, lo propio ocurre en la evolución del ser humano, no obstante, su exclusión, puede dejar por fuera elementos conceptuales y situaciones que le permitirían a los estudiantes comprender el fenómeno de la evolución, su trasfondo multifactorial y la forma como se ha presentado en la naturaleza a lo largo del tiempo. Si se compara el estudio de estos temas a nivel oficial y privado, se encuentra niveles de abordaje parecidos en los tipos de instituciones, aunque en una oficial no se estudie, sin embargo en los que respecto a la evolución humana, hay diferencias y se expresa en un mayor número de instituciones privadas que este tema se asume con nivel alto de profundidad.

Figura 17 Nivel de estudio de la evolución humana

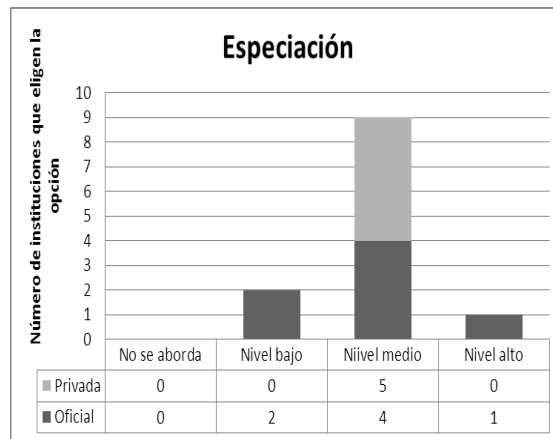
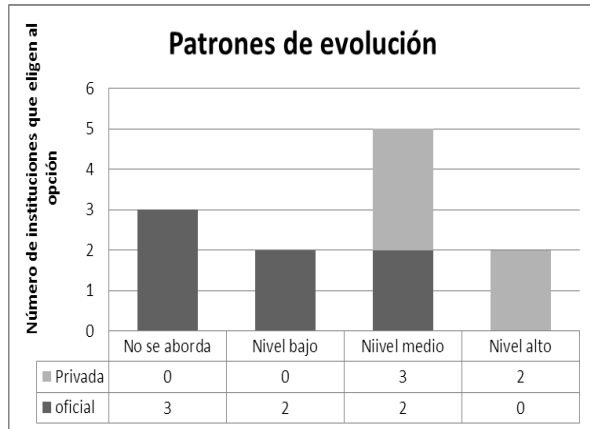
Figura 18 Nivel de estudio de eras geológicas



En lo que respecta a los patrones de evolución y la especiación, resulta llamativo que los patrones de evolución muestren que más de un 40% no lo estudia, no lo concibe en su

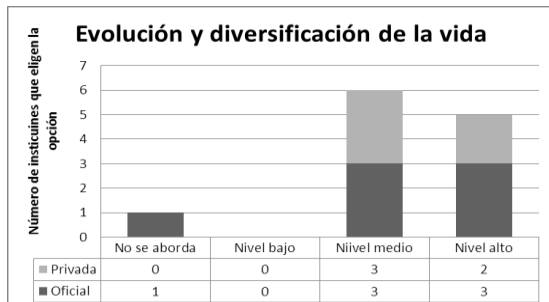
programa o lo estudia con un nivel bajo, mientras que la especiación como una forma de evolución divergente (un tipo de patrón evolutivo) presenta un 60% que afirman abordarla con un nivel medio e incluso en una institución se estudia con un nivel alto, no obstante no se aborda los patrones de evolución, lo que podría demostrar una poca o ninguna conexión entre los dos temas obligatoriamente conectados. Esta situación se hace más evidente en las instituciones de carácter oficial

Figura 19 Nivel de estudio de patrones de evolución **Figura 20** Nivel de estudio de especiación



Los procesos de diversificación de la vida permiten a los estudiantes evidenciar cómo ha ocurrido el proceso de evolución a lo largo de la vida y los grupos de organismos resultantes del mismo, un 25% de los docentes manifiestan que no se aborda o se estudia con un nivel bajo, esto puede impedir que se consoliden en los estudiantes los procesos evolutivos en su expresión, además de dejar sólo en lo teórico las bases del proceso evolutivo. En las instituciones privadas afirman tratar este tema con niveles medio y alto frente a 2 que no lo incluyen como parte de su propuesta conceptual a nivel oficial.

Figura 21 Nivel de estudio de la evolución y diversificación de la vida



1.9.4 Confrontación de los planes de curso o mallas curriculares de algunas intuiciones con las disposiciones del Ministerio y los contenidos propuestos

Una vez aplicadas las encuestas, se seleccionaron 6 instituciones; 4 oficiales y 2 privadas a las cuales se les analizaron los respectivos planes de curso o mallas curriculares.

Teniendo como base los temas que surgen de los estándares de competencia (véase tabla1) se realizó un análisis a cada institución considerando:

- La Claridad y organización con la que los contenidos abordados se muestran en la malla o plan
- Cumplimiento de las disposiciones desde el Ministerio de educación
- Concordancia entre los contenidos propuestos por libros especializados y los presentados en el plan o malla.
- Tiempo dedicado al estudio de la evolución y los temas relacionados con éste, tales como variabilidad, herencia, selección y tiempo (University of California Museum of Paleontology).
- Secuenciación que se hace de los contenidos a lo largo del año.

Tabla 8 Análisis planes y/o mallas institucionales

I. E.	6	5	2	1	4	3
Claridad y organización en los contenidos presentados	Se puede apreciar con claridad los temas que se estudian	Están detallados y dan cuenta no sólo de los temas, sino de los subtemas estudiados	Se discriminan los temas principales y sus contenidos específicos, lo que permite una ubicación en lo que estudiado a lo largo del año	Los temas generales no son detallados, resulta difícil ubicarse en los contenidos estudiados por la generalización que se hace de ellos.	Falta una mayor concreción en los contenidos, es complicado saber en concreto qué se estudia, los contenidos son presentados a través de frases que no dan información	Se pueden apreciar los contenidos generales y específicos abordados
Porcentaje del año dedicado al tema	85% Evolución 25% Genética	85% distribuidos entre genética y evolución	60% en 9° los fundamentos de evolución	50%	40%	25%
Entornos estudiados	Vivo	Vivo Físico (procesos químicos)	Vivo Físico (procesos físicos y químicos)	Vivo Físico (procesos físicos y químicos)	Vivo	Vivo
Secuenciación	Secuencia genética-evolución acertada.	Hay ilación en los contenidos propuestos	Dispersión conceptual; a lo largo de los periodos se estudian temas poco relacionados o que hacen parte de entornos diferentes.	Disposición acertada; los diversos entornos son planteados para periodos diferentes. Hay secuenciación de genética y evolución, aunque ésta se perciba de manera general, dada la forma como se diseñó la malla	Aunque se propone sólo el estudio del entorno vivo, no hay ilación en los temas abordados; se mezclan contenidos de la función de relación (captar, procesar y responder a estímulos), con nutrición y	Gran dispersión conceptual, fraccionamiento de tema y algunos se asumen sin considerar algunos referentes básicos, particularmente genética y evolución

Continuación tabla 8

Concordancia con el MEN						
Temas faltantes						
Errores conceptuales						
En esta institución en 9° se estudia el entorno vivo separado de los procesos físicos y químicos que se estudian como física y química, esto contribuye a la secuencialidad, pero podría interferir en la visión integral del área propuesta por el Ministerio	En esta institución en 9° se estudia el entorno vivo separado de los procesos físicos y químicos que se estudian como física y química, esto contribuye a la secuencialidad, pero podría interferir en la visión integral del área propuesta por el Ministerio	Propone el estudio de entorno vivo, y procesos químicos pero no plantea contenidos para procesos físicos.	No se percibe relación clara entre el contenido y el estándar. <i>Emplea términos como: loarar, de</i>	En su intento por dar cumplimiento a las disposiciones del Ministerio, cae en la fragmentación de saberes y mezcla de contenidos	Se proponen temas para todos los entornos.	No se propone el estudio de los procesos físicos y químicos.
Ninguno	Ninguno	Ninguno	Concepto de evolución Bases genéticas de la evolución Especiación Evidencias de evolución	La manera general como se plantean los contenidos, no permite apreciar qué temas o subtemas faltan	Bases genéticas de evolución Evidencias de evolución. Origen e historia evolutiva de la vida. Eras geológicas	Desconoce los procesos físicos en sus contenidos
No se aprecian	No se aprecian	Se confunde los temas de genética poblacional con bases genéticas de la evolución Se concibe al evolucionismo como una teoría más sobre el origen de la vida	No se perciben	En algunos apartados de la encuesta se estimó que temas que no se perciben en el plan de curso se estudiaban con un alto nivel de profundidad (bases)	No se pueden inferir por el diseño de la planeación	No son distinguibles

1.10 Estudio de interés, expectativas, y presaberes en estudiantes de noveno grado en relación con la evolución

1.10.1 Con respecto a los intereses y expectativas

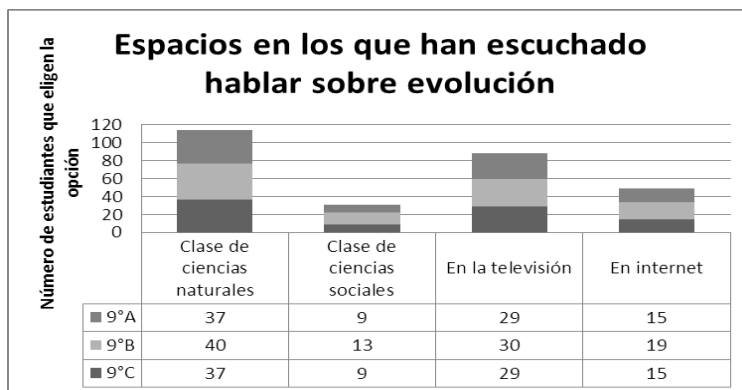
- Cercanía de los estudiantes con el tema

Con base en los resultados se podría afirmar que la evolución de los seres vivos no se constituye en un tema nuevo para los estudiantes, en todos los grupos el 100% manifiesta haber escuchado sobre este tema.

- Espacios en los que han escuchado hablar sobre la evolución de los seres vivos

La clase de ciencias naturales sobresale como espacio escolar de encuentro con el tema de la evolución de los seres vivos, esto podría indicar que para el área de ciencias sociales este tema es objeto de estudio de las ciencias naturales. Por otro lado, aparecen los medios de comunicación como importantes fuentes de información en torno al tema, esto se puede constituir como una fortaleza o como una desventaja atendiendo al tipo de información que se presenta, los tipos de programas vistos por los estudiantes y la cercanía del docente con estos recursos.

Figura 22 Fuentes de información sobre evolución



- Gusto e importancia que dan al estudio de la evolución

Los gráficos siguientes se relacionan con la disposición e interés que el estudiante tiene con respecto al tema, en este caso, más del 90% manifiesta disposición positiva frente al tema, aunque no todos consideran que es importante para ellos, lo califican como

interesante y quisieran aprender sobre éste. Esto puede resultar un punto de inicio positivo que podría favorecer el estudio del tema.

Figura 23 Concepto sobre el tema de evolución

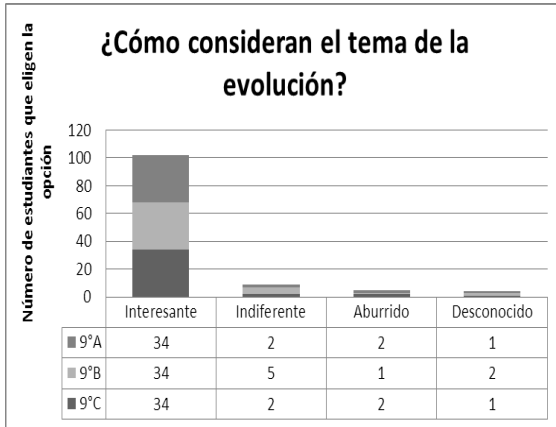


Figura 24 Deseo de aprender sobre evolución

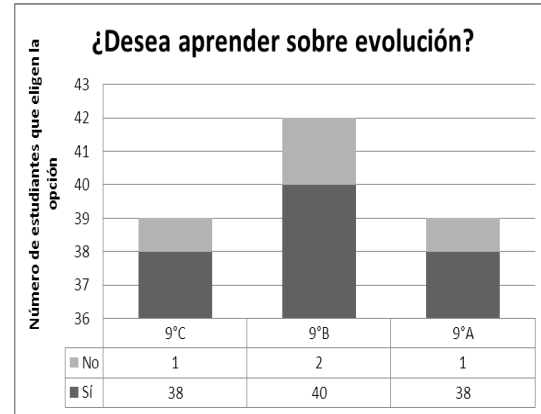
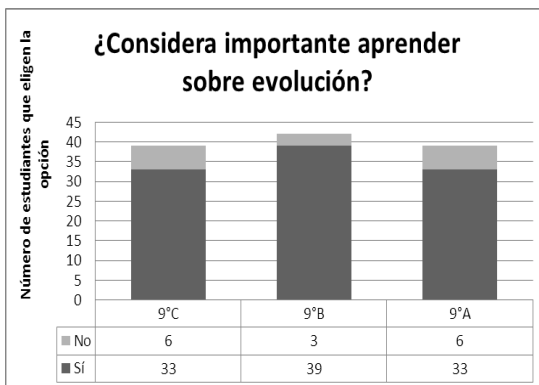


Figura 25 Importancia de aprender sobre evolución



1.10.2 Con respecto a los presaberes

A continuación se presentan los resultados arrojados por una evaluación de presaberes aplicada a un total de 120 estudiantes de 9º del colegio corazónista, este número corresponde al total de alumnos de este grado en la jornada de la mañana. Se realizó en el segundo periodo y después de haber estudiado conceptos relacionados con genética y de haber estudiado la evolución como característica general de los seres vivos pero sin profundizar en este concepto.

Teniendo en cuenta que existen referentes sobre los presaberes de los estudiantes con respecto al concepto de evolución biológica, los resultados se analizarán a la luz de algunos de estos problemas, ya descritos en el marco teórico en la siguiente tabla se presentan las preguntas con el problema por el que se pretende indagar:

Tabla 9 Preguntas indagadoras de presaberes y problemas en la enseñanza de la evolución

<i>Pregunta</i>	<i>Problema que indaga</i>
¿Cómo definirías el concepto de evolución?	Concepciones teleológicas Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación
¿La evolución se caracteriza porque brinda a los organismos mayores posibilidades de sobrevivir?	Concepciones teleológicas Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación Antropocentrismo
¿De qué forma puede ocurrir la evolución?	Poca habilidad para describir los niveles en los que ocurre la evolución. Antropocentrismo
¿Cuál de los siguientes factores podría favorecer la evolución?	Dificultades para comprender los mecanismos de evolución Falencias para relacionar los procesos evolutivos y la información genética de los seres vivos. Prevalencia de enfoque lamarquiano
¿Las mutaciones generan evolución?	Falencias para relacionar los procesos evolutivos y la información genética de los seres vivos Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación
¿Todos los cambios en el genotipo de nuestros padres nos son heredados?	Prevalencia de enfoque lamarquiano
¿En la actualidad ya no hay casos de evolución?	Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación. Antropocentrismo
¿Cuándo una especie está en peligro, podría evolucionar para salvarse?	Concepciones teleológicas Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación

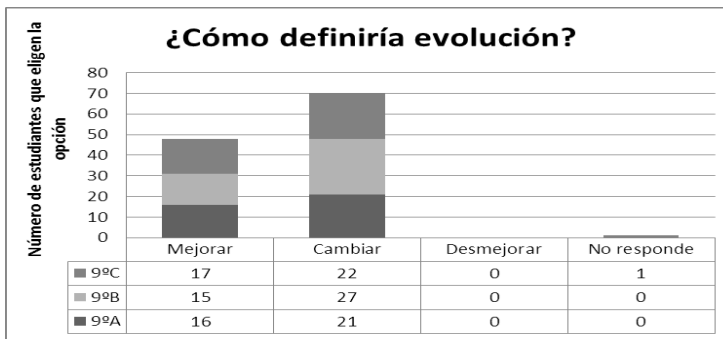
¿De dónde provienen las adaptaciones de los seres vivos?	Prevalencia de enfoque lamarquiano Incidencia de lenguaje cotidiano y medios de comunicación
--	---

RESULTADOS

- Sobre el concepto de evolución

En general, el mayor porcentaje de estudiantes en los tres novenos relaciona el concepto de evolución con la palabra cambiar. Sin embargo, entre el 35 al 42% 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-progreso

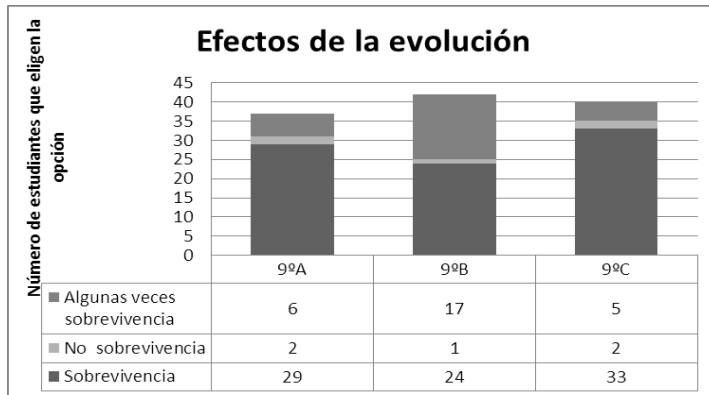
Figura 26 Definición de evolución



- Sobre el efecto de la evolución:

En lo que se refiere a las consecuencias, una gran mayoría concibe como fin último sobrevivencia de los organismos, esto puede tener una relación directa con los resultados de la pregunta anterior, pues el no tener un concepto claro del proceso genera también errores en sus implicaciones, enmarcados dentro de un enfoque teleológico del hecho evolutivo.

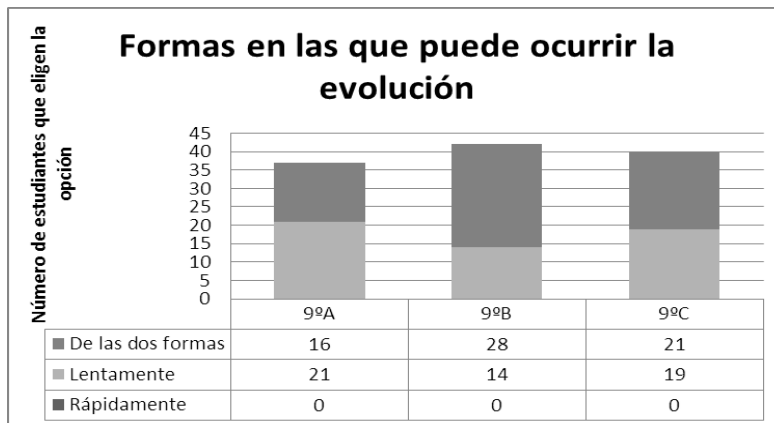
Figura 27 Relación evolución-sobrevivencia



- Sobre la forma en la que ocurre la evolución

La mayoría contestaron acertadamente que la evolución puede ocurrir lenta o rápidamente, y en segundo lugar la opción de rápidamente. Ningún estudiante considera que la evolución puede darse rápidamente; esto podría estar relacionado con el hecho de asumir que sólo evolucionan los organismos que desde el tamaño resultan para ellos más complejos incluyendo al ser humano, por ello, la evolución se daría a largo plazo.

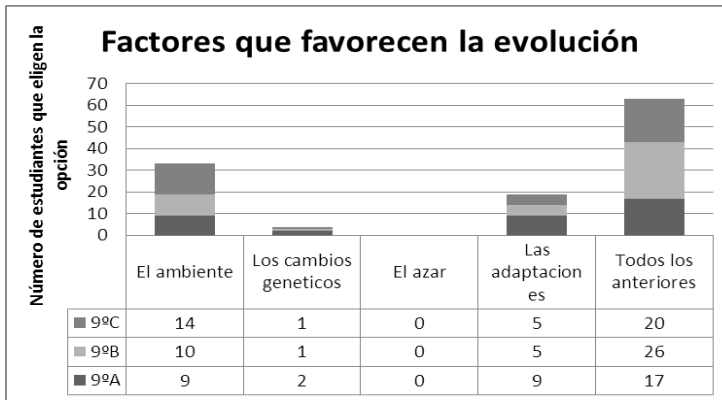
Figura 28 Ritmos de evolución



- Sobre los mecanismos de evolución

Una cantidad significativa considera que el ambiente, el azar, la variabilidad, las adaptaciones son los mecanismos de evolución. En este sentido tienen una idea intuitiva de que varios factores intervienen en un proceso evolutivo. Queda por profundizar el papel de cada uno de estos factores en el proceso evolutivo y la posible influencia del antropocentrismo que les haría suponer que como el ser humano es la cima de la evolución, no se requiere que se siga dando el proceso.

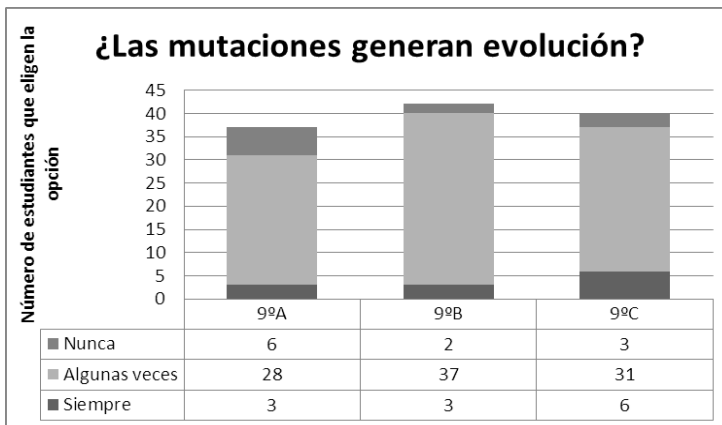
Figura 29 Mecanismos de evolución



- Las mutaciones como generadoras de evolución

En su gran mayoría, los estudiantes piensan que no siempre las mutaciones generarán la evolución. Posiblemente como consecuencia de haber tenido a la genética como tema precedente

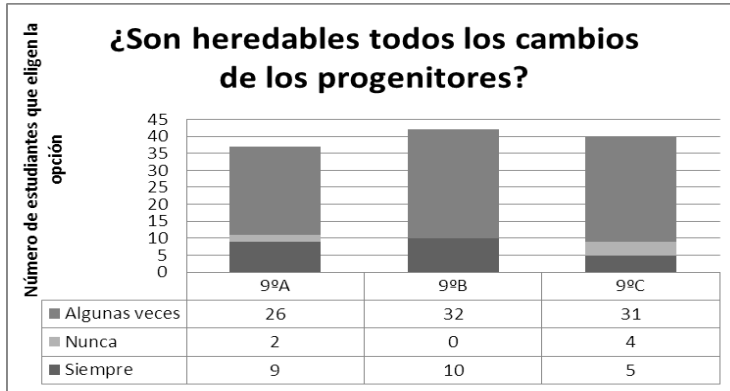
Figura 30 Mutaciones y evolución



- Sobre la heredabilidad por parte de los descendientes de características y cambios en los progenitores

Con respecto a la herencia de caracteres entre generaciones, la gran mayoría tienen claro que algunas características se transmiten de una generación a otra y los cambios que se dan en un progenitor no se transmiten a su descendencia por obligación, esto como producto del concepto de mutación visto al estudiar genética y cuándo éstas pueden heredarse.

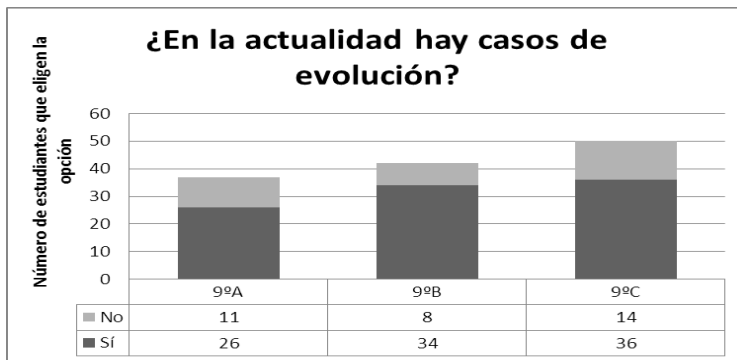
Figura 31 Herencia de cambios



- Sobre la ocurrencia de evolución en la actualidad

Más de la mitad de los estudiantes piensan que los seres vivos han seguido evolucionando, sin embargo es llamativo que algunos piensen que esto no sigue ocurriendo; sería interesante averiguar que los motiva a pensar así.

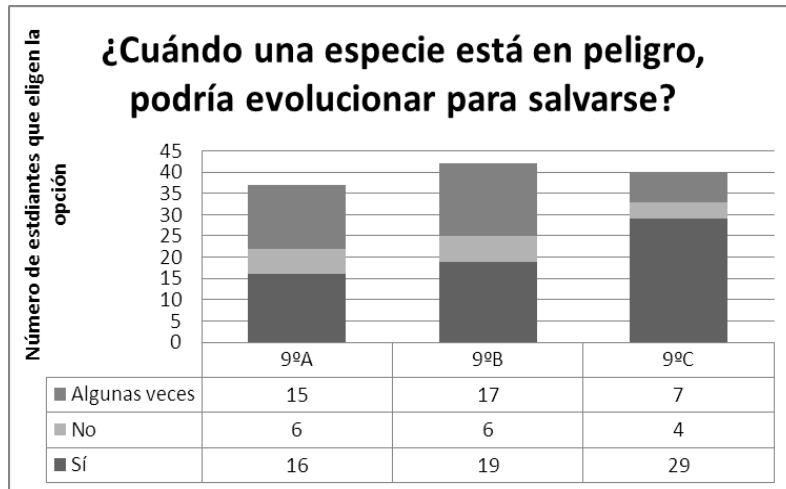
Figura 32 Evolución en la actualidad



- Sobre la evolución como garantizadora de salvación para una especie en peligro

En los tres grupos prima la visión de que la evolución está dirigida a posibilitar la sobrevivencia de los organismos mientras que otros consideran que algunas veces lo garantiza. Esto sugiere que las clases para estos estudiantes deben clarificar el concepto de evolución y el papel de los mecanismos de evolución.

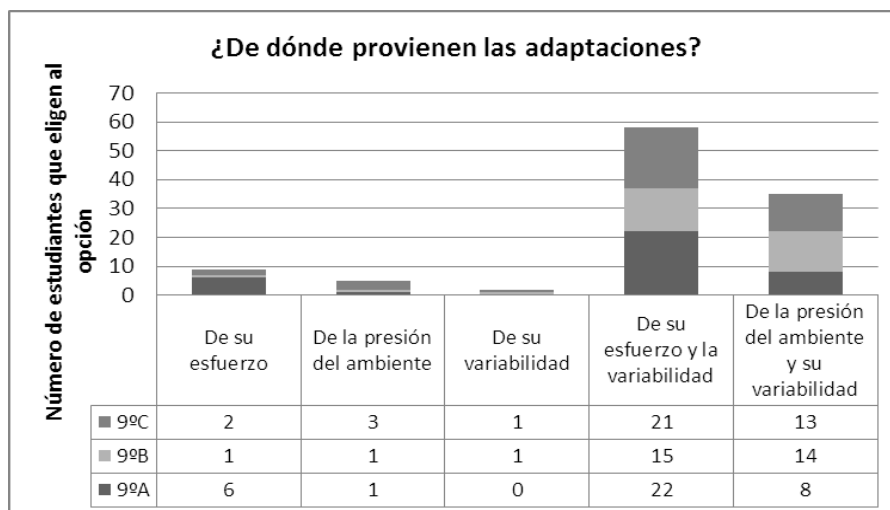
Figura 33 Evolución dirigida a salvación



3.3.9. Sobre la proveniencia de las adaptaciones

Estos resultados podrían mostrar que los estudiantes se acercan a la importancia de la variabilidad como facilitador de la sobrevivencia de los seres vivos, pues amplía la posibilidad de adaptación, unida a la capacidad de los organismos para generar mecanismos de adaptación, habría que preguntarse si es una combinación de principios lamarquistas con conceptos de genética o si es un acercamiento al concepto de adaptación a nivel individual, no poblacional.

Figura 34 Origen de las adaptaciones



En general y después de haber aplicada la encuesta se pueden describir como fortalezas y debilidades la siguientes

FORTALEZAS

- Reconocen en su gran mayoría la definición general de evolución y la atribuyen como una propiedad inherente a la vida, que todavía se sigue presentando.
- En su gran mayoría reconocen la diversidad de ritmos en los que puede darse el proceso evolutivo
- Reconocen que el proceso evolutivo es el resultado de la confluencia de diversos factores
- Se percibe un dominio de algunos conceptos relacionados con genética que podrían permitirles entender el funcionamiento de algunos mecanismos de evolución. Dentro de estos se incluye mutación, variabilidad y la herencia de caracteres

DEBILIDADES

- Todavía existen algunos estudiantes que asocian en su estructura conceptual la evolución con mejoría, esto hace necesaria la intervención del docente destacando las premisas del proceso evolutivo.
- En su mayoría establecen una relación entre evolución y adaptación, sin embargo consideran la adaptación como el fin último del proceso evolutivo. Ante esto es importante exponer de forma clara el concepto de adaptación desde la perspectiva poblacional, además de considerar la influencia que sobre las poblaciones tiene el carácter dinámico de la naturaleza.

1.11 Guía conceptual para la enseñanza de la evolución de los seres vivos en la básica secundaria

Después de haber analizado cada uno de los resultados arrojados por las etapas anteriormente cumplidas y descritas a través de este trabajo se diseñó una guía en la que se trata de aportar elementos para el ejercicio docente, desde la planeación hasta la ejecución de sus clases, pero también una estrategia que permita a los estudiantes acercarse de manera diferente y dinámica al proceso evolutivo. Como elementos de consideración para el desarrollo de esta guía se tuvieron los siguientes:

- El espacio y la formación que desde la Maestría se brindó a los estudiantes para la creación de sitios de interacción virtual, en este caso particular, en el segundo semestre en la asignatura TICS se trabajó el diseño y puesta en funcionamiento

de una wiki⁸, desde ese momento, ésta fue diseñada con la temática relacionada con evolución.

- A través de las diferentes encuestas, ha quedado claro que una de las fuentes de conocimiento en torno a evolución, referenciada por docentes y estudiantes, lo constituye la red, esto podría hacer que la herramienta pudiera ser accedida por ambos estamentos de una forma más fácil y práctica.
- El campo de las ciencias tiene una condición dinámica, cambiante tal y como lo referencia Rocío Martín-Laborda en su artículo Las nuevas tecnologías en la educación (Martín-Laborda, 2005) “los conocimientos tienen fecha de caducidad. La velocidad a la que se producen las innovaciones y los cambios tecnológicos exige actualizar permanentemente los conocimientos”, una herramienta virtual posibilita la adecuación, corrección y actualización del material que contiene, permitiendo una información oportuna, de vanguardia y certera.
- Los espacios virtuales posibilitan el acceso al conocimiento de una forma diferente y permiten el uso de herramientas más dinámicas, que pueden permitir la concreción a través de imágenes, videos y animaciones de conceptos que en el discurso pueden resultar muy abstractos.

Esta guía se encuentra en la siguiente dirección: http://maescentics.medellin.unal.edu.co/~mgrochab/index.php/P%C3%A1gina_Principal e incluye los siguientes elementos como integrantes generales:

- ✓ Contenidos con los referentes teóricos expuestos de una forma que se estima suficiente pero de fácil comprensión
- ✓ Herramientas virtuales de explicación como una forma de hacer más dinámicas las explicaciones
- ✓ Algunas actividades de autoevaluación, como una forma de aproximación a los objetivos de la enseñanza del concepto

⁸ Espacio virtual que posibilita la creación, difusión, intercambio y constante retroalimentación de la información que se publica en la web

Conclusiones y recomendaciones

La revisión de las directrices del Ministerio de Educación respecto a la enseñanza de la evolución biológica indica que este tema hace parte de los contenidos en los dos conjuntos de grados (6°y7°; 8°y9°). Las acciones de pensamiento propuestas para estos grados, permiten desarrollar ciertas habilidades como: clasificar, interpretar, deducir, analizar, diseñar, justificar, establecer inferencias, concluir, entre otras. El desarrollo de estas habilidades podría constituirse en valiosas herramientas para formar en torno a las ciencias.

Sin embargo, las siguientes limitaciones pueden evitar que se alcancen los objetivos de formación que persigue la propuesta:

- Los mecanismos de evolución, uno de los problemas centrales de la evolución, no están considerados dentro de los estándares.
- Existe falta de coherencia entre algunas acciones de pensamiento y la base conceptual adquirida en algunos conjuntos de grados lo que dificulta el desarrollo de las habilidades que se pretende estimular.
- Aunque están propuestas acciones de pensamiento relacionadas con la evolución de los seres vivos, la forma como se plantean los estándares no hace evidente la relación entre el concepto evolutivo y la variabilidad en las poblaciones al igual que la diversidad biológica.
- La diversidad de habilidades de pensamiento establecidas y los contenidos conceptuales y procedimentales que éstas suponen, exigen una gran rigurosidad al momento de diseñar los planes de curso. Con el tratamiento simultáneo de tantos elementos, se corre el riesgo de perder concreción, claridad y articulación de los temas establecidos. Por lo tanto, se propone que el diseño conciba la secuencialidad en los temas propuestos y se utilicen metodologías coherentes y efectivas con la edad y las etapas de pensamiento de los estudiantes.
- El logro de los objetivos propuestos para estos grados depende en gran medida de la intensidad horaria, los preconceptos de los estudiantes y las dinámicas institucionales como la exigencia, la unidad de criterios y el enfoque del área. Esto sugiere la importancia de priorizar algunos contenidos.
- Se recomienda que la construcción de los planes de curso o mallas curriculares se haga de manera conjunta en los equipos que integran el área o departamento de Ciencias naturales, de esta forma se incluiría la visión, perspectivas, conocimientos y experiencias de todos los integrantes. Esto también puede evitar la repetición de contenidos, o que si se repiten, sean analizados desde una óptica y rigor diferentes. De esta forma se evita la redundancia en el diseño de los mismos.

- También es conveniente que la preparación de las clases de los docentes utilicen textos de mayor profundidad que los textos escolares, lo anterior permite un dominio conceptual de los temas y el manejo de los mismos sin importar los términos con los que se identifiquen o nombren, en ocasiones se hace difícil la identificación de temas cuando tienen una nomenclatura diferente a la de los textos guías. Además, el docente debe estar en la capacidad y posibilidad de evaluar la pertinencia conceptual y/o metodológica de los mismos.
- Aunque las ciencias naturales está organizada en entornos, es importante que los estudiantes además de identificar la integralidad de la misma, estén en posibilidad de secuenciar y relacionar los contenidos propios de cada entorno en particular, por eso, se propone no mezclar o no alternar temas de diferentes entornos durante un mismo periodo. Así mismo, se propone que los temas que están más relacionados o que corresponden a un mismo eje temático, en lo posible, se traten en el mismo grado
- Es importante que en los planes de curso o mallas curriculares se detallen los contenidos que van a permitir el alcance de los estándares de competencia, esto evitaría que éstos sean asumidos por cada docente según interprete cada uno.
- Existen temas que aunque pertenezcan a ejes temáticos diferentes tienen una estrecha relación, pues los conceptos abordados en uno se requieren para la asimilación de los otros, tal es el caso de genética y evolución, por ello, se sugiere que en el diseño del plan de curso o malla curricular se contemple su ordenación y articulación.

Bibliografía

- Amabis, J. M. (2011). Evolución Biológica. En *Manual de Biología III*. México: Santillana.
- Araujo Llamas, R. R. (2011). Enseñanza de la Evolución Biológica, una mirada al estado del conocimiento. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 15-35.
- Audesirk, T. A. (2008). *Biología. La vida en la Tierra*. Pretince Hall.
- Ayuso, E. G. (2002). "Pienso más como Lamarck que como Darwin": comprender la herencia biológica para entender la evolución. . *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39-47.
- 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.
- 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
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 183-208.
- Colmenares, O. A. (s.f.). *Investigacion.contabilidad.unmsm.edu.pe*. Recuperado el 15 de Marzo de 2012, de <http://investigacion.contabilidad.unmsm.edu.pe>
- Curtis, H. (1993). *Biología*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Darwin, C. (1859). *On the origins of species*. London: Murray.
- Díaz, M. É. (2011). Enseñar-evolucion-biologica-algo-mas-que-Darwin_a5552.html. *Tendencias21.net*.
- 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.
- Futuyma, D. (2009). *Evolution*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Futuyma, D. (1998). *Evolutionary biology.3er ed*. Sunderland, Sinauer Associates.

- Galli, G. (2011). Tesis Doctoral "Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural". Buenos Aires, Argentina: Biblioteca Digital .
- 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.
- Grau, M. (2002). Enseñar y aprender evolución una apasionante carrera de obstáculos. . *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 56-64.
- Hernández, Álvarez y Ruíz. (2009). La selección natural: aprendizaje de un paradigma. *Teorema*, 107-121.
- Jiménez Alexaindre, M. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias*, 248-256.
- López O, J. (2004). Motoo Kimura. En: Yepes, G. et al. Grandes pensadores: Biólogos, etólogos, ecólogos y médicos. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Kimura, M. (. (1968). En Evolutionary rate at the molecular level. En M. Kimura, *Nature* 217 (págs. 624-26).
- Knobel, L. y. (2000). Problemas asociados con la metodología de la investigación cualitativa. *Perfiles educativos*.
- 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.uls.edu.mx>. Recuperado el 25 de junio de 2012, de http://biblioteca.uls.edu.mx/publicaciones/nuevas_tecnologias.pdf
- Mayr, E. (1987). *Evolución*. Barcelona: Prensa Científica.
- Mayr, E. a. (1980). *The evolutionary synthesis*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- 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.
- 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.
- Nei, M. (1987). *Molecular Evolutionay Genetics*. New York: Columbia University Press.
- Oleques, L. C.-S. (2011). Evolução biológica: percepções de professores de Biologia. *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
- Restrepo, G. B. (2002). *desarrollo.ut.edu.co*. Obtenido de http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_6668.pdf
- 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 Mexinaca de Investigación Educativa*, 515-538.
- Tamayo Hurtado, M. S. (s.f.). *Dificultades en la enseñanza de la evolución biológica*. Recuperado el Noviembre de 2001, 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 perspectivashera.ugr.es.* Recuperado el Noviembre de 2011, de <http://hera.ugr.es/tesisugr/17860623.pdf>