



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Estrategia didáctica para la enseñanza de fósiles hallados en Colombia

Viviana Marcela García Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2015

Estrategia didáctica para la enseñanza de fósiles hallados en Colombia

Viviana Marcela García Rodríguez

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales

Director:

Dr. *rer. nat.* PEDRO PATARROYO GAMA

Profesor Asociado Departamento de Geociencias

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2015

Dedicatoria

*En memoria de mi padre Humberto y de mi hermano
Holman, su partida fue una dura prueba en la vida,
que a la vez me enseñó a tener valor para seguir
adelante, ellos viven en mis recuerdos.*

*A mi querida madre Leonor, por ser mi
ejemplo de vida y a quien debo todo lo que soy.*

*A mis hermanos Javier y Alejandra, con
quienes he batallado para poder vivir...*

A mi futuro sobrino, símbolo de ilusión.

Agradecimientos

El más sincero agradecimiento a las personas que apoyaron esta propuesta, gracias por sus conocimientos y por su tiempo, principalmente a mi director Doctor Pedro Patarroyo Gama, por todas sus orientaciones.

Al Museo Geológico Nacional, José Royo y Gómez, del Servicio Geológico Colombiano, por brindarme material de apoyo. El museo trabaja por la custodia y salvaguarda del patrimonio geológico y paleontológico de Colombia. La información recopilada en el Museo Geológico Nacional, José Royo y Gómez se representa a lo largo del documento con la sigla MGNJRG.

Resumen

Se presenta una estrategia didáctica para la enseñanza - aprendizaje del concepto de fósil, a partir de fósiles hallados en Colombia. El trabajo se desarrolló con base en el modelo de escuela activa y juegos didácticos. La propuesta fue aplicada a estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar.

Palabras clave:

Fósil, amonita, tiempo geológico, escuela activa.

Abstract

This document present a teaching strategy, to learning concept fossil from fossil found in Colombia. The work was developed based on the model of active school and educational games. The proposal was applied to students of cycle four of School: Institución Educativa Distrital Villamar.

Keywords:

Fossil, ammonite, geological time, active school.

Contenido

	Pág.
1. Capítulo 1. Contexto	4
1.1. Institución Educativa Distrital Villamar.....	4
1.2. Diagnóstico.....	6
1.2.1. Resultados y análisis.....	8
1.2.2. Conclusiones.....	17
2. Capítulo 2: Referentes conceptuales	19
2.1. Definición de Paleontología.....	19
2.2. Definición de fósil y proceso de fosilización.	20
2.2.1. Referentes epistemológicos.	21
2.3. Tiempo geológico.....	22
2.4. Fósiles.	25
2.4.1. Fósiles de Amonitas.....	25
2.4.2. Fósiles de Erizos de mar.....	30
2.4.2.1. Ejemplar 1.....	30
2.4.3. Fósiles de Crustáceos.....	31
2.4.3.1. Ejemplar 1.....	31
2.4.4. Fósiles de Peces.....	32
2.4.4.1. Ejemplar 1.....	32
2.4.4.2. Ejemplar 2.....	33
2.4.4.3. Ejemplar 3.....	34
2.4.4.4. Ejemplar 4.....	35
2.4.5. Fósiles de Reptiles marinos (saurios).....	36
2.4.5.1. Ejemplar 1.....	36
2.4.5.2. Ejemplar 2.....	37
2.4.5.3. Ejemplar 3.....	38
2.4.5.4. Ejemplar 4.....	39
2.4.5.5. Ejemplar 5.....	40
2.4.6. Fósiles de Reptiles.....	41
2.4.6.1. Ejemplar 1.....	41
2.4.6.2. Ejemplar 2.....	42
2.4.6.3. Ejemplar 3.....	43
2.4.6.4. Ejemplar 4.....	44
2.4.6.5. Ejemplar 5.....	45
2.4.7. Fósiles Mamíferos.....	46
2.4.7.1. Ejemplar 1.....	46
2.4.7.2. Ejemplar 2.....	47

2.4.7.3. Ejemplar 3	47
2.4.7.4. Ejemplar 4	48
2.4.7.5. Ejemplar 5	49
2.4.7.6. Ejemplar 6	50
2.4.7.7. Ejemplar 7	51
2.4.7.8. Ejemplar 8	52
2.4.7.9. Ejemplar 9	52
2.4.7.10. Ejemplar 10	53
2.4.7.11. Ejemplar 11	54
2.4.7.12. Ejemplar 12	55
2.4.7.13. Ejemplar 13	56
2.4.7.14. Ejemplar 14	57
3. Capítulo 3: Propuesta didáctica.....	59
3.1. Marco Pedagógico.....	59
3.1.1. Escuela Activa.	59
3.1.2. Juegos Didácticos.	60
3.1.3. Estándares básicos en Ciencias Naturales.	60
3.2. Juego: COLECTANDO FÓSILES.	61
3.2.1. Propósito formativo del juego.....	61
3.2.2. Elementos del juego:.....	61
3.2.3. Instrucciones del juego:.....	64
3.3. Moldes de amonitas	65
3.3.1. Propósito formativo	65
3.3.2. Materiales	65
3.3.3. Procedimiento	66
3.4. Aplicación de la propuesta didáctica.	66
4. Conclusiones y recomendaciones	73
4.1. Conclusiones.....	73
4.2. Recomendaciones.....	74
A. Anexo: Guía diagnóstico concepto de fósil.....	75
B. Anexo: Fichas de juego.....	78
C. Anexo: Guía de clasificación de amonitas.....	83
D. Anexo: Glosario.....	85
Bibliografía.....	87

Lista de figuras

Figura 1-1: Resultados obtenidos al identificar elementos que no corresponden a fósiles.	9
Figura 1-2: Resultados obtenidos al identificar elementos que corresponden a fósiles...	11
Figura 1-3: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Qué es un fósil?	12
Figura 1-4: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio?	14
Figura 1-5: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del dinosaurio?.....	15
Figura 1-6: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del cronosaurio?	17
Figura 2-1: Esquema de una concha de nautilido.....	26
Figura 2-2: Tipos de enrollamiento de las conchas de amonites..	27
Figura 2-5: Elementos de la sutura y tipos de suturas	29
Figura 2-6: A, <i>Pseudocidaris</i> cf.....	30
Figura 2-7: <i>Cenomanocarcinus vanstraeleni</i>	31
Figura 2-8: <i>Bothriolepis</i> sp.....	32
Figura 2-9: <i>Antarctilamna</i> sp.....	33
Figura 2-10 : <i>Holoptychius</i> sp.	34
Figura 2-11: <i>Bachea huilensis</i>	35
Figura 2-12: <i>Eonatator coellensis</i>	36
Figura 2-13: <i>Yaguarasaurus colombianus</i>	37
Figura 2-14: <i>Kronosaurus boyacensis</i>	38
Figura 2-15: <i>Callawayasaurus colombiensis</i>	39
Figura 2-16: <i>Platypterygius sachicarum</i>	40
Figura 2-17: <i>Purussaurus neivensis</i>	41
Figura 2-18: <i>Sebecus huilensis</i>	42
Figura 2-19: <i>Gryposuchus colombianus</i>	43
Figura 2-20: <i>Podocnemis pritchardi</i>	44
Figura 2-21: <i>Titanoboa cerrejonensis</i>	45
Figura 2-22: <i>Granastrapotherium snorki</i>	46
Figura 2-23: <i>Huilatherium pluriplicatum</i>	47
Figura 2-24: <i>Pericotoxodon platignathus</i>	48
Figura 2-25: <i>Megadolodus molariformis</i>	49
Figura 2-26: <i>Miocochilius anomopodus</i>	49
Figura 2-27: <i>Stegomastodon waringi</i>	50

Figura 2-28: <i>Neoglyptatelus originalis</i>	51
Figura 2-29: <i>Scirrotherium hondaensis</i>	52
Figura 2-30: <i>Anachlysictis gracilis</i>	53
Figura 2-31: <i>Lycopsis longirostrus</i>	54
Figura 2-32: <i>Eremotherium rusconii</i>	55
Figura 2-33: <i>Potamosiren magdalenensis</i>	56
Figura 2-34: <i>Noctilio albiventris</i>	56
Figura 2-35: <i>Cebupithecia sarmiento</i>	57
Figura 3-1. Tablero del juego COLECTANDO FÓSILES.....	62
Figura 3-2. Datos del juego COLECTANDO FÓSILES.....	63
Figura 3-3: Explicación del contenido en las tarjetas del juego.	64
Figura 3-4: Ficha para descripción de Amonitas.	66
Figura 3-5: Respuestas de estudiantes a la pregunta ¿Qué fósil llamó más tu atención?70	
Figura 3-6: Respuestas de estudiantes a la pregunta ¿qué aprendiste con el juego: Colectando fósiles y con la guía de amonitas?.....	71
Figura 3-7: Respuestas de estudiantes a la pregunta ¿Qué aprendiste sobre el tiempo geológico?	72

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Resultados obtenidos al identificar elementos que no corresponden a fósiles.	9
Tabla 1-2: Resultados obtenidos al identificar elementos que corresponden a fósiles....	10
Tabla 1-3: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Qué es un fósil?	12
Tabla 1-4: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio?	13
Tabla 1-5: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del dinosaurio?.....	15
Tabla 1-6: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Cómo podrías diferenciar una piedra o roca de un fósil?	16
Tabla 2-1. Referentes epistemológicos sobre el concepto de fósil.....	21
Tabla 2-2. Tabla cronoestratigráfica internacional (Tabla del tiempo geológico).....	24
Tabla 3-1: Estándares básicos en Ciencias Naturales.....	60
Tabla 3-2: Respuestas de estudiantes sobre el concepto de fósil.	72

Lista de fotografías

Fotografía 3-1: Estudiantes participando en el juego: Colectando fósiles.....	67
Fotografía 3-2: Estudiantes realizando moldes de fósiles de amonitas.	68
Fotografía 3-3: estudiantes observando moldes de fósiles de amonitas.	68

Introducción

El principal objetivo de la enseñanza del área de ciencias naturales y educación ambiental, consiste en brindar a los estudiantes colombianos la oportunidad de comprender los procesos físicos, químicos y biológicos. En la publicación de Lineamientos curriculares, de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (MEN, 1998, p.10), se plantea que el conocimiento debe darse al estudiante en forma tal, que pueda entender los procesos evolutivos que hicieron posible que hoy existamos como especie. En este sentido, incluir la enseñanza sobre fósiles, ofrece un aporte valioso en la comprensión de los procesos biológicos antiguos, ya que gracias al registro fósil se puede conocer la historia de los seres vivos, que dejaron restos o huellas de su paso por la tierra.

Según Parada (1998), los fósiles son evidencias de seres vivos que habitaron en el pasado. El estudio de los fósiles permite establecer las características de los organismos que ellos representan, sus relaciones con otros organismos y la deducción de las condiciones del medio en que se desarrolló su actividad vital. Adicionalmente, conociendo los fósiles, se pueden comparar las estructuras de seres vivos antiguos con las de los actuales, de este modo se empieza a comprender que los seres vivos y sus estructuras no son estáticos, por el contrario, son transitorios y van cambiando progresivamente. Patarroyo (2005), aclara que la paleontología se apoya en la biología y está particularmente relacionada con: La anatomía comparativa, la sistemática, la filogenia, la biogeografía y la ecología.

En el documento de Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (MEN, 2004, p.14), únicamente se propone el estudio de los fósiles para algunos grados de primaria, lastimosamente este tema no se encuentra planteado en los grados de bachillerato. Sin embargo, el concepto de fósil está altamente relacionado con algunos estándares para grados octavo y noveno como son: “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”.

Ahora bien, considerando que en Colombia se han encontrado diferentes fósiles, vale la pena empezar a difundir desde el nivel escolar, la enseñanza de la historia paleontológica de nuestro país. Por tal motivo, ésta propuesta pretende construir una estrategia didáctica, que permita la enseñanza del concepto de fósil, a partir de los fósiles hallados en Colombia. La estrategia didáctica está dirigida a estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar.

La institución educativa distrital Villamar (I.E.D. Villamar), está ubicada en el barrio Villa Gloria, localidad de Ciudad Bolívar de Bogotá, es un sector catalogado como estrato uno y dos. La institución ofrece educación desde el grado preescolar hasta el grado noveno. La I.E.D. Villamar adoptó desde el año 2010, el modelo pedagógico de la escuela activa.

Se han realizado trabajos relacionados, como el de Díaz (2010), quien desarrolló una estrategia didáctica: Reconocimiento del patrimonio paleontológico del parque nacional natural Chingaza. López (2012) narra la experiencia pedagógica en el municipio de Floresta (Boyacá), con los niños de tercer grado del colegio Héctor Julio Rangel, por medio del arte como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de los fósiles. Recientemente Ayala & Gil (2013) elaboran una estrategia titulada “Juventud Paleontológica”, que permite reconocer y valorar el patrimonio paleontológico de Floresta (Boyacá).

Objetivos

Objetivo General

Elaborar una estrategia didáctica que permita la enseñanza del concepto de fósil, a partir de los fósiles encontrados en Colombia, dirigida a estudiantes de ciclo cuatro, de la Institución Educativa Distrital Villamar.

Objetivos Específicos

1. Diagnosticar los conceptos previos de los estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar, sobre el concepto de fósil.
2. Indagar las características básicas de fósiles, que han sido encontrados en Colombia, para seleccionar aquellos que harán parte de la estrategia didáctica.
3. Establecer los parámetros y la estructura de la estrategia didáctica para la enseñanza - aprendizaje del concepto de fósil, a partir de fósiles encontrados en Colombia, enmarcada en el modelo de escuela activa y juegos didácticos.
4. Validar la estrategia didáctica con los estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar.

1. Capítulo 1. Contexto

En este aparte se describe el contexto de la I.E.D. Villamar, escenario donde se aplica la propuesta. Así mismo, se muestra el análisis del diagnóstico realizado a estudiantes de ciclo cuatro (grado octavo y grado noveno de bachillerato), sobre las nociones previas acerca del concepto de fósil, cuyos resultados son la base para la construcción de la propuesta didáctica, que persigue el presente trabajo.

1.1. Institución Educativa Distrital Villamar

En el manual de convivencia de la I. E. D. Villamar, publicado en el año 2013, se exponen los referentes históricos del plantel educativo, los cuales se resumen a continuación. La institución está conformada por dos sedes, las cuales en sus inicios se denominaban escuela Villa Gloria y escuela Marandú. En el año 1991, se fundó la escuela Marandú, inició labores educativas con una cobertura de 200 estudiantes en las dos jornadas, dos cursos en la mañana y tres cursos en la tarde, quienes provenían de otras instituciones donde habían sido rechazados por su comportamiento. Los pupitres utilizados por los niños en un principio fueron cajones de guacales, tablas, ladrillos o simplemente los niños se sentaban en el piso.

En 1994 se instauraron nueve cursos en cada jornada, con una cobertura de 650 alumnos. Las acciones comunitarias colaboraron prestando los salones comunales para las clases. En 1999 se asignó el servicio de vigilancia privada y desde ese momento fue mejorando la infraestructura. Hoy, la sede Marandú, cuenta con ocho salones, uno para informática, dotado de cuarenta computadores de escritorio y treinta portátiles.

La escuela Villa Gloria fue fundada en 1989, atendiendo las necesidades de las comunidades de los barrios Villa Gloria, Juan Pablo y Manitas, de la localidad de Ciudad Bolívar. La institución inicia labores educativas en el salón comunal del barrio Villa Gloria, de primero a tercero de primaria, con tres docentes y un directivo. Posteriormente la comunidad empieza a trabajar y a gestionar ante el gobierno, la búsqueda de un lugar propio para la institución. Como primer logro, se consigue completar la primaria hasta grado quinto. Hacia el año 1992 empieza la construcción de cuatro aulas y luego en el año 1998 se completan las 11 aulas, con las que actualmente cuenta la sede de Villa Gloria.

A finales del año 2002, se inició el proceso de unificación de escuelas, liderado por la Secretaria de Educación de Bogotá. Mediante la resolución de integración N.2357 del 14 de Agosto de 2003 se consolido el proceso de unificación de las dos escuelas Villa Gloria y Marandú en una sola institución, donde surgió el nombre de Villamar. También fue aprobada la ampliación de estudios hasta grado noveno, mediante la resolución N. 3195 de 2 de Octubre de 2002.

Durante el periodo comprendido entre los años 2005 a 2009, se realizaron algunas adecuaciones en las dos sedes tales como: Construcción de un muro de contención como prevención a derrumbes; construcción de sala de docentes; ampliación de la sala de informática y remodelación de baterías de baños. En el año 2010 se crea la biblioteca de la institución.

A partir del año 2010, se inicia la gestión con el propósito de buscar la ampliación de la cobertura y aprobación de la educación media, incluyendo grados decimo y once, también se busca implementar un aula de apoyo para los estudiantes con necesidades educativas especiales. En el año 2011 se adecuó una de las aulas para el laboratorio de ciencias. Hasta el año 2014 se han realizado obras de adecuación de los pocos espacios físicos, con que cuenta la institución tales como: Aulas de apoyo para el proceso de inclusión, para la atención de niños con necesidades especiales en ambas sedes, adecuación de área administrativa, dotación y adecuación de aulas para el programa de primera infancia y nueva dotación para las aulas de informática, con setenta computadores de escritorio y sesenta computadores portátiles, con implementación de internet banda ancha de 30 Megas y la instalación de red inalámbrica.

Debido a la carencia de la licencia de construcción y al incumplimiento de los requisitos del plan de ordenamiento territorial (POT) e igualmente las disposiciones sobre los requisitos, que deben cumplir las instituciones educativas en cuanto al equipamiento escolar mínimo, no se logró la ampliación de la oferta educativa hasta grado once. La I.E.D. Villamar continúa prestando servicios hasta grado noveno. Actualmente la institución está inscrita en el programa de primera infancia, así como en el proyecto de ampliación de la jornada básica escolar, mediante el programa de 40 x 40, con el apoyo de la administración de la ciudad; Bogotá Humana.

La I.E.D. Villamar se ha basado en los estándares y lineamientos propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, para el desarrollo de los currículos académicos, por lo que en el año 2010 adopta el modelo de pedagogía activa, para desarrollar las competencias propuestas en el programa curricular por ciclos, incluyendo procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales.

1.2. Diagnóstico

Con el objetivo de diagnosticar los conceptos previos de los estudiantes de ciclo cuatro de la I.E.D. Villamar, sobre el concepto de fósil, se utilizó la metodología de Investigación acción participativa en el aula.

Según Latorre (2003), la investigación acción participativa, se puede considerar como un término genérico, que hace referencia a una amplia gama de estrategias realizadas, para mejorar el sistema educativo y social. Asimismo dicho autor afirma, que se puede considerar como un instrumento que genera conocimiento sobre la realidad educativa.

La investigación acción participativa, se puede definir como un método de estudio y acción, que busca obtener resultados fiables y útiles para mejorar situaciones colectivas, basando la investigación, en la participación de los propios colectivos a investigar. De este modo los investigados pasan de ser objeto de estudio, a sujeto protagonista de la investigación, controlando e interactuando a lo largo del proceso investigador (Alberich, 2007). En este sentido, el docente en su rol de investigador, no considera a sus estudiantes como un

objeto de estudio, sino como protagonistas de la investigación, generando espacio de participación activa, en el cual los estudiantes expresan sus ideas con su propio vocabulario.

De acuerdo con Martínez (2000), en la Investigación acción no existe un tipo único de técnicas de búsqueda y recolección de información. La información necesaria o conveniente en cada caso, la determinan el tipo de problema, que se está investigando y la clase de hipótesis que guían el estudio en ese momento. Al mismo tiempo, Martínez (2000), afirma que un cuestionario, puede ser utilizado como una técnica rápida y simple de obtener información de los propios alumnos, en donde es preferible, que las preguntas sean abiertas con el fin de preservar la confidencialidad y la sinceridad.

Una vez se ha colectado la información, debe ser categorizada y estructurada. En este sentido, Martínez (2000) aclara que: "La categorización consiste en resumir o sintetizar en una idea o concepto (una palabra o expresión breve, pero elocuente) un conjunto de información escrita, grabada o filmada para su fácil manejo posterior. Esta idea o concepto se llama "categoría" y constituye el auténtico "dato cualitativo", que – conviene aclararlo bien – no es algo "dado" desde afuera, sino "algo interpretado" por el investigador, ya que él, es el que interpreta "lo que ocurre", al ubicar mentalmente la información en diferentes y posibles escenarios".

Como instrumento de diagnóstico para el presente trabajo, se diseñó una guía para los estudiantes de ciclo cuatro. En primer lugar se aplicó dicho instrumento a 25 estudiantes distribuidos entre grado octavo y noveno. Posteriormente se hizo una descripción y análisis de los resultados obtenidos y finalmente se concluye con las respectivas recomendaciones.

La guía consta de dos actividades (Ver anexo A). La primera actividad se basa en el reconocimiento de ocho fotografías, cuatro de ellas corresponden a fósiles, donde se incluyen: un fósil de dinosaurio, dientes fosilizados, huellas de pisadas de animal fosilizados y el fósil de la hoja de una planta. De igual forma se presentan cuatro fotografías que no corresponden a fósiles, tales como: Un árbol (*Ceiba pentandra*), el esqueleto de un perro común (*Canis lupus familiaris*), una concha de almeja (*Codakia orbicularis*) y un caracol común (*Helix aspersa*). En este punto el estudiante debe señalar, cuales elementos

reconoce como fósiles y cuáles no. Con la actividad se pretende identificar, sí los estudiantes reconocen de forma acertada algunos ejemplos de fósiles, o por el contrario consideran fósil algún elemento que no cumple con las características para serlo.

La segunda actividad consta de una fotografía real del fósil de cronosaurio (*Kronosaurus boyacensis*), encontrado en Villa de Leyva (Boyacá). La fotografía cuenta con una descripción general (Ver Anexo A). En seguida se plantea un cuestionario con cuatro preguntas:

- ¿Qué es un fósil?
- ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio?
- ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, qué paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del saurio?
- ¿Cómo podrías diferenciar una piedra o roca de un fósil?

Las preguntas corresponden a interrogantes abiertos, que buscan indagar, qué ideas manejan los estudiantes en relación con los fósiles. Es oportuno mencionar, que la segunda pregunta, permite percibir como los estudiantes asocian el concepto de fósil con relación al tiempo.

1.2.1. Resultados y análisis

A continuación se describen los resultados de la primera actividad de la guía. Inicialmente se describen las respuestas obtenidas de las cuatro fotografías, que no cumplen con las condiciones para ser consideradas fósiles, entre ellas están un árbol (*Ceiba pentandra*), el esqueleto de un perro común (*Canis lupus familiaris*), una concha de almeja (*Codakia orbicularis*) y un caracol común (*Helix aspersa*). La tabla 1-1 y la figura 1-1, muestran dichos resultados.

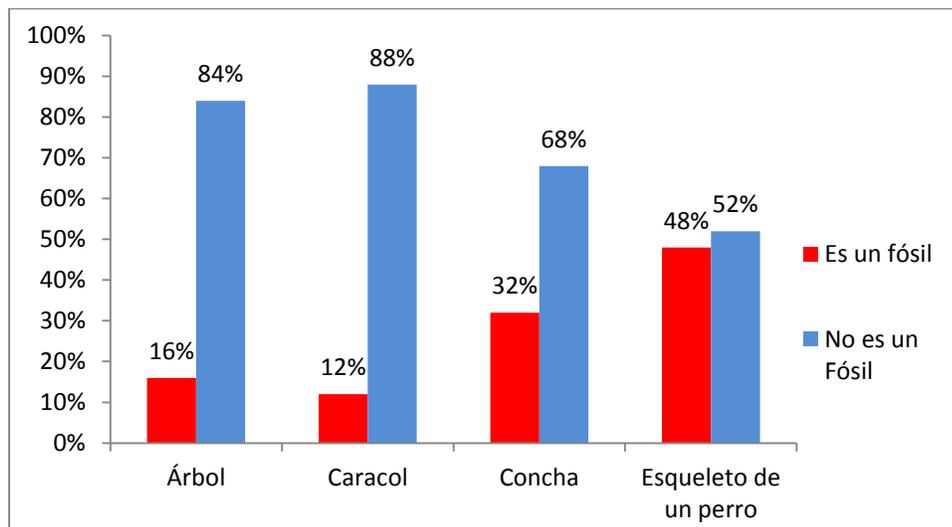
En los resultados se observa que la mayoría de estudiantes, a quienes se les aplicó el diagnóstico, consideran que no son fósiles los elementos como el árbol, el caracol común y la concha de almeja. Contrario a lo que ocurre con el esqueleto de un perro común, en este caso un 48% de los estudiantes consideran que es un fósil, lo cual puede estar relacionado con la idea popular y concreta, que equipara el concepto de fósil al concepto

de hueso, por lo tanto como el esqueleto de un perro está compuesto por huesos, se considera erradamente como un fósil.

Tabla 1-1: Resultados obtenidos al identificar elementos que no corresponden a fósiles.

	Cantidad de Estudiantes	Cantidad de Estudiantes	Total	Porcentaje	Porcentaje	Total
	Respuesta: Es un fósil	Respuestas: No es un Fósil		Respuesta: Es un fósil	Respuestas: No es un Fósil	
Árbol (<i>Ceiba pentandra</i>)	4	21	25	16%	84%	100%
Caracol (<i>Helix aspersa</i>)	3	22	25	12%	88%	100%
Concha de almeja (<i>Codakia orbicularis</i>)	8	17	25	32%	68%	100%
Esqueleto de un perro (<i>Canis lupus familiaris</i>)	12	13	25	48%	52%	100%

Figura 1-1: Resultados obtenidos al identificar elementos que no corresponden a fósiles.



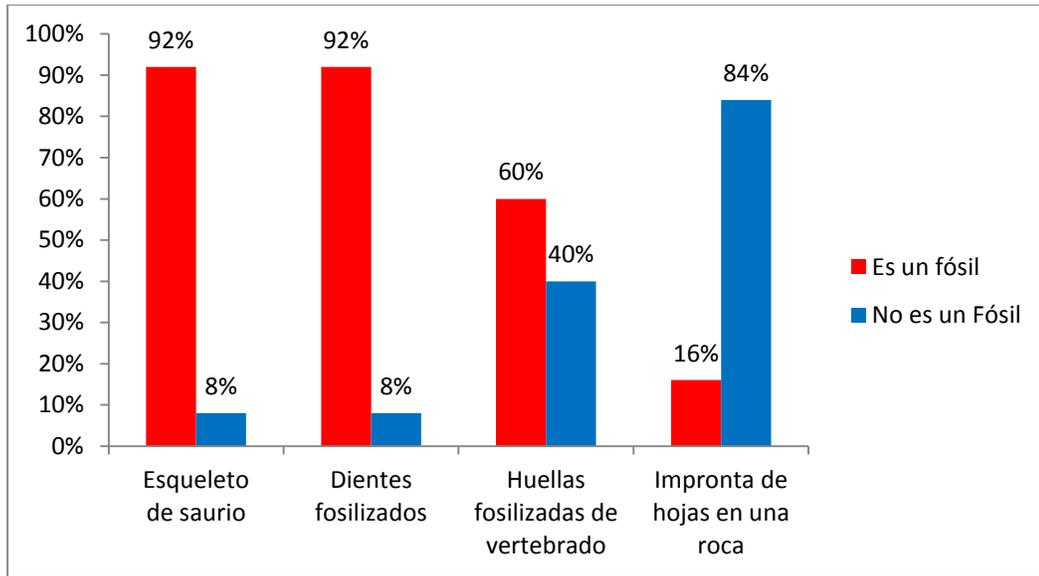
En segundo lugar, se describen las respuestas obtenidas en relación con las cuatro fotografías, que efectivamente corresponden a fósiles. Entre ellas están: un esqueleto fosilizado de saurio, dientes fosilizados de tiburón, huellas fosilizadas de un vertebrado y la impronta de hojas de plantas en una roca. En la tabla 1-2 y figura 1-2, se muestran los resultados.

En este caso, según los resultados de las respuestas de los estudiantes (Tabla 1-2 y fig. 1-2), se obtiene, que el esqueleto fosilizado de saurio y los dientes fosilizados son reconocidos correctamente por un porcentaje alto de estudiantes, con un valor de 92%. Las huellas fosilizadas de un animal, son consideradas como fósiles por un 60%, lo cual sugiere, que al tratarse solamente de las huellas y no de huesos de un animal, algunos estudiantes no reconocen este elemento como un fósil. En cuanto a la impronta de hojas de plantas, solamente un porcentaje bajo de estudiantes 16%, las identifican como fósil. Esto puede estar relacionado con la primera idea, que los estudiantes tienen del concepto de fósil, ya que generalmente se relaciona más con fósiles de animales y pocas veces se reconoce, que otros seres vivos como las plantas también han dejado registro, que con el tiempo se fosilizan.

Tabla 1-2: Resultados obtenidos al identificar elementos que corresponden a fósiles.

	Cantidad de Estudiantes	Cantidad de Estudiantes	<i>Total</i>	Porcentaje	Porcentaje	<i>Total</i>
	Respuesta: Es un fósil	Respuestas: No es un Fósil		Respuesta: Es un fósil	Respuestas: No es un Fósil	
Esqueleto de saurio	23	2	25	92%	8%	100%
Dientes fosilizados	23	2	25	92%	8%	100%
Huellas fosilizadas de vertebrado	15	10	25	60%	40%	100%
Improntas de plantas en una roca	4	21	25	16%	84%	100%

Figura 1-2: Resultados obtenidos al identificar elementos que corresponden a fósiles.



Respecto a la segunda actividad de la guía, por tratarse de preguntas abiertas, los resultados obtenidos, se organizaron por categorías, agrupando afirmaciones similares en cuanto a las ideas y vocabulario que los estudiantes manejan. Los resultados a cada pregunta se describen a continuación.

Las diferentes respuestas de los estudiantes a la pregunta: Con tus palabras trata de explicar ¿qué es un fósil?, se muestran en la tabla 1-3 y en la figura 1-3. En esta pregunta las respuestas fueron muy variadas, sin embargo se pueden encontrar semejanzas en el vocabulario que utilizan los estudiantes. Se forman así seis categorías; en primer lugar aparecen respuestas que relacionan los fósiles con la palabra esqueleto 28%, en segundo lugar aparecen respuestas alusivas a huesos y relacionadas con cadáveres o cuerpos muertos con un 20% cada una. Estas tres ideas son las que ocupan el mayor porcentaje en las respuestas a esta pregunta, evidenciando que el concepto de fósil, para los estudiantes, está relacionando únicamente con la idea de huesos y esqueletos.

En menor porcentaje, se presentaron otras explicaciones como las afirmaciones que asemejan el concepto de fósil al de dinosaurio (12%), posteriormente se encuentran aquellas donde se relaciona al fósil como un animal (8%). También se presentan algunas respuestas relacionadas con cosas que existieron en la vida real y que involucran un

porcentaje del 8%. Finalmente, solo un 4% explica que las huellas también son consideradas fósiles.

Figura 1-3: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Qué es un fósil?

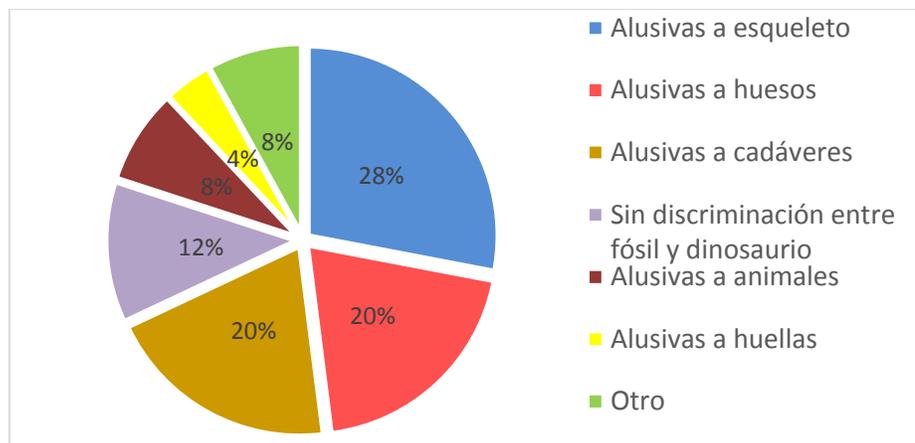


Tabla 1-3: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Qué es un fósil?

RESPUESTAS DE ESTUDIANTES	CANTIDAD DE ESTUDIANTES	CATEGORÍA	CANTIDAD DE RESPUESTAS
Esqueleto De Dinosaurio Que Mide 7 Metros	3	Alusivas a esqueleto	7
Esqueleto De Dinosaurio O De Animales	3		
Es Un Esqueleto Viejo	1		
Huesos Que Quedaron De Un Dinosaurio	1	Alusivas a huesos	5
Huesos De Un Animal O Persona Muerta	3		
Huesos De Un Reptil Que Vivió Hace Años	1		
Es Un Cuerpo Sin Vida	1	Alusivas a cadáveres	5
Cadáver De Un Dinosaurio Que Existió Hace Mucho Tiempo	4		
Es un Cronosaurio	1	Sin discriminación entre fósil y dinosaurio	3
Es un Dinosaurio	2		
Un Animal Largo Y Grande	1	Alusivas a animales	2
Son Animales Grandes Y Fuertes Que Tienen Huesos	1		
Esqueleto O Huella De Un Animal Antiguo	1	Alusivas a huellas	1
Son Cosas Que Existieron En La Vida Real	2	Otro	2
Total	25	Total	25

En la tabla 1-4 y figura 1-4, se reportan los resultados concernientes a la pregunta: ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio? En este punto también se obtuvieron múltiples respuestas y se categorizaron según los rangos de tiempo. En primer lugar aquellas que corresponden menos de cien años 36%, algunas de estas respuestas posiblemente se dieron porque los estudiantes confundieron la fecha en la que se encontró el fósil, con el tiempo en el que vivió el cronosaurio. Una segunda categoría la forman las respuestas de miles de años con un 32%, las cuales pueden estar relacionadas con el calendario humano, los estudiantes asimilan que estamos en el año 2015 y por tal motivo todo lo que existe corresponde a este rango de años en miles.

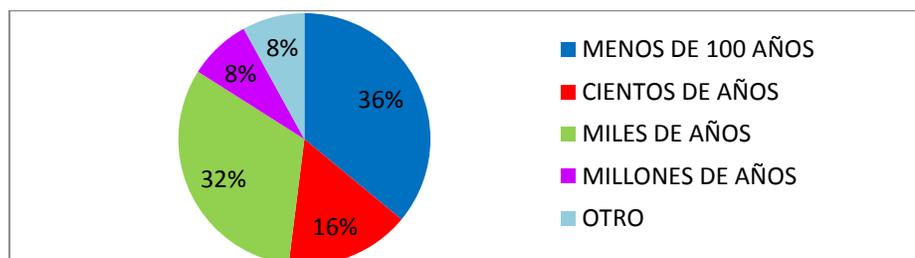
Tabla 1-4: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio?

CATEGORÍA POR RANGO DE AÑOS	RESPUESTAS DE ESTUDIANTES		CANTIDAD DE ESTUDIANTES
MENOS DE 100 AÑOS	38 años	1	9
	90 años	1	
	36 años	4	
	53 años	1	
	30 años	1	
	vivió en 1977	1	
CIENTOS DE AÑOS	150 años	2	4
	cientos de años atrás	1	
	300 años o mas	1	
MILES DE AÑOS	hace 2013 años desde que se creó la tierra	2	8
	1900 años	1	
	más de 2000 años	2	
	3000 años	1	
	más de mil años	2	
MILLONES DE AÑOS	un millón de años	1	2
	millones de años antes de Cristo	1	
OTRO	antes que nosotros y que nuestros ancestros	2	2
	TOTAL	25	25

En tercer lugar se encuentran las respuestas en el rango de cientos de años con un 16%, en cuarto lugar se hallan las respuestas que más se acercan al tiempo geológico en el que vivieron los cronosaurios, las cuales se refieren a millones de años, con un valor bajo de

8% y finalmente esta otro tipo de respuestas en las que no se asigna una cifra, solamente se refieren a que existieron antes de la humanidad, este valor es del 8%.

Figura 1-4: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio?



Las diversas explicaciones que dan los estudiantes a la pregunta: ¿por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del cronosaurio?, se encuentran registradas en la tabla 1-5 y la figura 1-5.

Las explicaciones a este punto se agruparon en cuatro categorías, primero con un valor de 32% se presentan aquellas alusivas a procesos de putrefacción, esto es un buen indicador sobre la forma como los estudiantes explican la desaparición de los tejidos blandos del cronosaurio, puesto que efectivamente obedece a procesos de descomposición. Luego con un 28% se encuentran respuestas alusivas a la acción de otros animales, en este caso se hace necesario aclarar cuales animales existían en el mismo periodo del cronosaurio y cuáles no, puesto que los ejemplos que los estudiantes describen corresponden a animales actuales. Es preciso mencionar que ningún estudiante relaciona la idea de descomposición, con la acción de microorganismos como bacterias y hongos.

Continúan respuestas con otro tipo de explicaciones, por ejemplo cuando se afirma que las partes faltantes del cronosaurio están en otro lugar o se perdieron, estas corresponden a un 28%. Finalmente algunos estudiantes (12%) explican la desaparición de los tejidos blandos del cronosaurio como consecuencia de la exposición a los rayos del sol, lo cual hizo que las partes se quemaran, se resecaran o se derritieran.

Figura 1-5: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del dinosaurio?

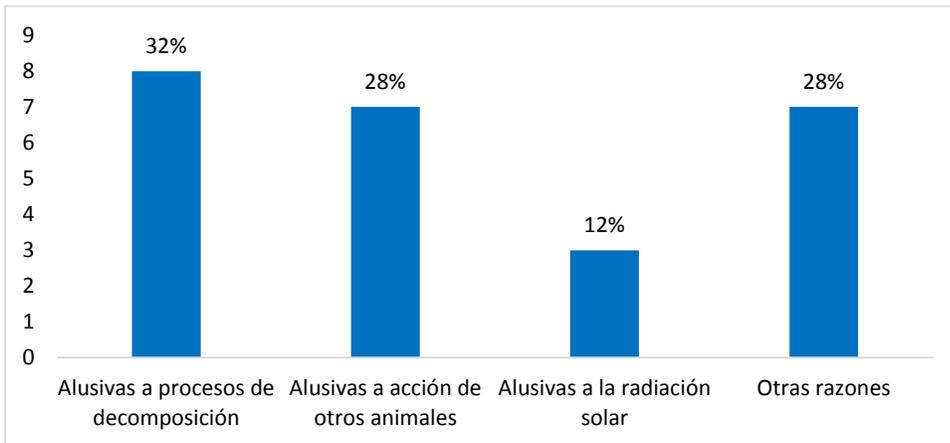


Tabla 1-5: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del dinosaurio?

RESPUESTA DE ESTUDIANTES	CANTIDAD	CATEGORÍA	CANTIDAD
Porque La Piel Se Descompuso, Se Desintegro O Se Pudrió	1	Alusivas a procesos de descomposición	8
Se Descompuso Y Se Deshizo	1		
Se Pudrió	6		
Gusanos Y Chulos Se Comieron La Carne	2	Alusivas a acción de otros animales	7
Los Animales De La Tierra Se Comieron La Carne Del Dinosaurio	4		
Se Lo Comieron Gusanos, Moscos Y Otros Animales	1		
El Sol Quema La Piel Y Los Músculos	1	Alusivas a la radiación solar	3
El Sol Derrite Y Evapora Las Otras Partes	1		
Se Resecaron Y Se Deshicieron	1		
Porque El Dinosaurio No Comía Bien	1	Otras razones	7
Las Demás Partes Estaban En Otro Lugar	1		
Ya Se Habían Llevado El Resto Del Cuerpo	1		
Un Volcán Quito La Piel Y Dejo Los Huesos	1		
No Sabe	1		
Porque Las Otras Partes Se Perdieron	1		
Porque Lleva Mucho Tiempo Bajo Tierra	1		
TOTAL	25	TOTAL	25

Concerniente a la pregunta, ¿Cómo podrías diferenciar una piedra o roca de un fósil? los estudiantes dieron varias razones, las cuales se reportan en la tabla 1-6 y figura 1-6. El

primer motivo está relacionado con el tamaño y la forma de los fósiles, respuestas que equivalen al 24%, otro grupo de estudiantes, con porcentaje similar (24%), afirman que el fósil es un ser vivo y la roca no, en este sentido se observa que los estudiantes asocian correctamente la idea inicial, referente a que los fósiles tiene forma similar a los seres vivos porque provienen de ellos.

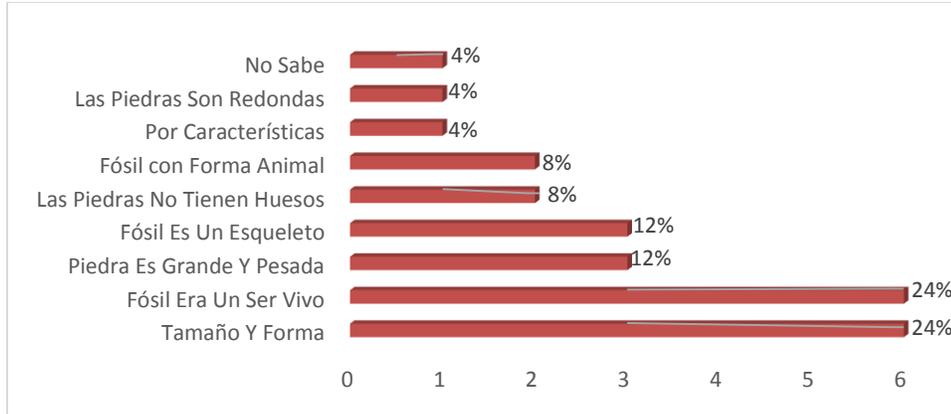
Continúan respuestas relacionadas con las diferencias entre peso y tamaño de las rocas y fósiles, con un 12%, igualmente con un 12% aparecen afirmaciones donde se indica que un fósil es un esqueleto y la roca no, siguen aquellas donde se menciona que los fósiles son huesos (8%). El mismo valor (8%) se da en respuestas que sostienen que un fósil tiene forma de animal, lo anterior coincide con los resultados obtenidos en las preguntas previas, en las que varios estudiantes relacionan la idea de fósil con hueso y esqueletos de animales.

Finalmente se presentaron respuestas desligadas con un porcentaje bajo, el 4% de estudiantes asegura que las rocas son completamente redondas, otro 4% menciona que se debe a las características sin especificar a cuales, y un 4% responde que no sabe.

Tabla 1-6: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Cómo podrías diferenciar una piedra o roca de un fósil?

RESPUESTAS DE ESTUDIANTES	CANTIDAD
Por Tamaño Y Forma	6
Porque El Fósil Era Un Ser Vivo Y La Piedra No	6
Por Que La Piedra Es Grande Y Pesada	3
Un Fósil Es Un Esqueleto Y Una Piedra No	3
Porque Las Piedras No Tienen Huesos	2
El Fósil Tiene Forma De Animal La Roca No	2
Por Las Característica De Una Piedra Y De Un Fósil	1
Porque Las Piedras Solamente Son Redondas	1
No Sabe	1
TOTAL	25

Figura 1-6: Respuestas obtenidas a la pregunta ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del cronosaurio?



1.2.2. Conclusiones

Un número considerable de estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar, relaciona el concepto de fósil únicamente con huesos y esqueletos, del mismo modo, la mayoría de los estudiantes encuestados limitan el concepto de fósil a partes de animales, sin identificar huellas fosilizadas o fósiles de plantas. Por dichas razones se recomienda trabajar el concepto de fósil involucrando varios tipos; como estructuras de invertebrados fosilizadas, fósiles de plantas, fósiles de microorganismos, huellas y ejemplos de casos donde se han conservado partes blandas de seres vivos, todo ello con el fin de ampliar el concepto de fósil y no limitarlo a un esqueleto.

Así mismo los estudiantes de ciclo cuatro de la I.E.D. Villamar, no discriminan adecuadamente el tiempo geológico, por tal motivo es conveniente aclarar la dimensión del tiempo geológico, incluyendo la escala de tiempo necesaria para el proceso de formación de un fósil, así como los cambios que han ocurrido en la tierra durante las eras y periodos geológicos.

Un número importante de estudiantes de ciclo cuatro de la I.E.D. Villamar, asocia adecuadamente la ausencia de tejidos blandos en un fósil con el proceso de descomposición, en este sentido es preciso explicar los procesos de descomposición de los tejidos blandos por la influencia bacteriana y procesos de oxidación.

En general los estudiantes de ciclo cuatro de la I.E.D. Villamar relacionan apropiadamente la particularidad de los fósiles, en cuanto a su semejanza con formas de seres vivos, diferenciándolos así de las rocas, concepción que puede ser complementada con otras características, que definen a un fósil tales como: Los componentes químicos que lo constituyen, los procesos de formación de un fósil y la edad de la roca que lo contiene.

Finalmente es oportuno mencionar que Colombia cuenta con un registro de varios fósiles hallados en distintas regiones del país, información que resulta bastante útil para enseñar el concepto de fósil y fortalecer las concepciones descritas en este diagnóstico aplicado a estudiantes del I.E.D. Villamar.

2. Capítulo 2: Referentes conceptuales

En este capítulo se realizó una recopilación y síntesis de diferentes publicaciones sobre especies fósiles de animales halladas en Colombia, se muestra la paleontología sistemática, imágenes con descripción de los fósiles y respectiva reconstrucción de la especie, también se reporta el lugar de hallazgo y su posición en el tiempo geológico. La información recopilada en el Museo Geológico Nacional José Royo y Gómez se representa a lo largo del documento con la sigla MGNJRG.

2.1. Definición de Paleontología.

El vocablo Paleontología proviene del griego (*palaios*) antiguo, (*ontos*) vida y (*logos*) estudio. Se denominan fósiles a las evidencias o testimonios de la vida ocurrida en el pasado geológico. Los paleontólogos son los científicos encargados de su estudio y la Paleontología es la ciencia que se fundamenta en el conocimiento de los fósiles (Camacho 2007).

La paleontología es una ciencia básica dentro del campo de la Geología y la Biología, así que los fósiles, por si solos, pueden dar mucha información sobre las condiciones del pasado. Del mismo modo los procesos actuales de los organismos vivos aportan gran información para entender el modo de vida de los fósiles (Patarroyo 2005).

2.2. Definición de fósil y proceso de fosilización.

Fósil vienen del latín *fodere*, (cavar, excavar), se denomina fósil, a todo resto o señal de un organismo que vivió en el pasado geológico y ha quedado conservado en las rocas de la corteza terrestre. Existen fósiles que resultan de una producción biogénica que no implica la muerte del organismo que lo originó, como son las exuvias, los dientes, las esporas y el polen (Camacho, 2007).

El conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que permiten la transición de un organismo desde la biósfera a la litósfera se conoce como fosilización. La disciplina subordinada a la Paleontología que se dedica al estudio de la fosilización y formación de los yacimientos fosilíferos es la Tafonomía, término de origen griego, que significa leyes del enterramiento. La Tafonomía incluye la bioestratinomía y la diagénesis fósil, la primera se ocupa de los procesos post mortem previos al enterramiento y la segunda, de los posteriores al mismo, por lo que el límite entre las fases está dado por el enterramiento (Camacho, 2007).

Existen varios mecanismos de alteración tafonómica, algunos mecanismos afectan a los tejidos blandos y otros a los tejidos esqueléticos mineralizados o no, a continuación se presenta una síntesis basada en Camacho (2007): Entre los mecanismos que afectan los tejidos no mineralizados de destacan; Biodegradación, mineralización temprana, y carbonización. Por otro lado los mecanismos que afectan los tejidos no mineralizados incluyen: Encostramiento, relleno sedimentario y mineralización.

- a. Biodegradación: Abarca los procesos de descomposición de las sustancias orgánicas por medio de organismos vivos ya sea aeróbica o anaeróbica, dependiendo de si se produce en presencia o ausencia de oxígeno. Otros factores que afectan la degradación de la materia orgánica son la profundidad en el sedimento y la temperatura (Camacho, 2007).

- b. Mineralización Temprana: La mineralización temprana es un proceso que permite la réplica de los tejidos o bien la preservación de los contornos del organismo, por el crecimiento de minerales como piritas, carbonato y fosfato (Camacho, 2007).
- c. Carbonización: Se define como carbonización al enriquecimiento en carbono que sufre un resto durante el proceso de fosilización y que conduce a la formación de humus (Camacho, 2007).
- d. Encostramiento: Es el mecanismo por el cual los restos son recubiertos por materiales calcáreos, fosfáticos, ferruginosos o arcillosos, antes de su enterramiento (Camacho, 2007).
- e. Relleno Sedimentario: Cualquier estructura, al ser presionada sobre un sedimento blando puede producir una impresión o impronta. Este relleno recibe el nombre de molde interno, mientras que molde externo se denomina al material que reproduce en negativo la superficie externa de un resto (Camacho, 2007).
- f. Mineralización: Este término no solo designa la adición de nuevos minerales (cementación) a los que forman el resto, sino también a su sustitución. En la cementación se adicionan nuevos minerales a los que originalmente formaban el resto (Camacho, 2007).
- g. Distorsión: Todo cambio experimentado por un fósil en cuanto a su forma, tamaño, textura y/o estructura, debido a un esfuerzo mecánico, como fisuras, fracturas, perforaciones, fragmentación entre otros (Camacho, 2007).

2.2.1. Referentes epistemológicos.

En la siguiente tabla se resumen elementos epistemológicos relacionados con el concepto de fósil. Los autores mencionados son reportados por Melendez (1955) y Moret (1953).

Tabla 2-1. Referentes epistemológicos sobre el concepto de fósil.

En la antigüedad	Se han encontrado fósiles en tumbas antiguas, al lado de ofrendas. A los fósiles de les ha atribuido propiedades mágicas, fueron utilizados como amuletos.
-------------------------	---

Escuela aristotélica	Los fósiles se podían producir espontáneamente en la tierra.
Plinio 61 D. de C.	Aplicó nombres a los fósiles que aún se conservan, por ejemplo Ammonites.
Edad media	Los fósiles eran intentos infructuosos de los minerales en imitar las formas de los seres vivos. Partes de roca que tenían casualmente forma semejante a un animal.
Dos tendencias extendidas del siglo XV	<ol style="list-style-type: none"> 1. Intentos de reconstruir osamentas fósiles y relacionarlos con seres míticos como unicornios y dragones. 2. Atribuir al diluvio universal la presencia de fósiles marinos al interior de los continentes.
STENO 1638 -1686	Resalta el parecido entre dientes de tiburón con las “lenguas de piedra”, rocas triangulares que se conocían desde la antigüedad.
LEIBNITZ 1646-1716	Los fósiles son restos de seres vivos que vivieron donde ahora se encuentran, antes de formarse la roca que los contiene.
BUFFON 1707 -1788	Primeros ensayos estratigráficos.
LAMARCK 1744-1829	Clasifica meticulosamente Invertebrados Fósiles.
CUVIER 1769-1832	Fósiles: restos petrificados de animales, son: restos de cataclismos, quería demostrar que los vertebrados fósiles eran distintos a los actuales.
HUTTON 1726-1797 LYELL 1797-1875	Los fósiles caracterizan cada uno de los conjuntos estratigráficos.
BRONGNIART 1801-1876	Describe fósiles vegetales
AGASSIZ 1807-1873 D'ORBIGNY 1802- 1857	Continuaron con ideas de Cuvier, sobre cataclismos afirmando que eran 27, para llegar a formar la fauna nueva.
BRONN 1800 – 1862	Debató las ideas de Agassiz y D'Orbigny, afirmó que muchas especies logran pasar de un periodo a otro.
ZITTEL 1769-1832	Plantea la Sistemática paleontológica.

2.3. Tiempo geológico.

El tiempo es una variable directamente asociada a todos los eventos geológicos durante la historia de la Tierra. La evolución de los organismos y los eventos que los afectaron fueron la base para construir y ordenar la tabla o esquema del *tiempo geológico*.

La tabla de tiempo geológico o tabla cronoestratigráfica internacional, es la escala de referencia para representar los eventos ocurridos a lo largo de la historia de la Tierra. La escala está organizada cronológicamente iniciando de los eventos más antiguos a los más recientes.

La palabra estratigrafía proviene del latín *stratum* y del griego *graphia*, se refiere a la descripción de los cuerpos rocosos que forman la corteza terrestre y de su organización en unidades distintas. Las unidades están basadas características de los estratos o capas de rocas, a fin de establecer su distribución y relación en el espacio y su sucesión en el tiempo (Reguant & Ortiz, 2001).

Un estrato es una capa de rocas, determinada por unas características y cualidades propias que las distinguen de las capas adyacentes. La ley de la superposición establece que, en una sucesión de estratos sedimentarios, los estratos superiores son más modernos que aquellos sobre los que se apoyan (Reguant & Ortiz, 2001).

La tabla de tiempo geológico ha sufrido cambios, en la medida en que ha avanzado el conocimiento de los eventos y tipos de roca que representan sus divisiones. Existe una tabla global de tiempo geológico, estandarizada por la comisión internacional de estratigrafía (Camacho, 2007).

Las divisiones de la tabla cronoestratigráfica, están determinadas por las propiedades de las capas de rocas (litoestratigrafía), también por la variación en el registro fósil (bioestratigrafía). Cada división de la tabla está representada por un color definido, asimismo la tabla muestra variación en el tono de colores, tonos más oscuros representan divisiones más antiguas, tonos más claros divisiones más recientes. La división mayor es el eón, de los dos eones que existen el más antiguo es el Precámbrico, seguido del Fanerozoico.

El eón se constituye por el conjunto de eras, tales como; Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, las cuales aluden al grado evolutivo alcanzado por la vida en cada una de estas grandes etapas. A su vez las eras se dividen en períodos, un período geológico es una unidad geocronológica que comprende todas las rocas formadas en ese tiempo y su contenido fósil. Las denominaciones de los periodos generalmente finalizan en —ico (Cámbrico, Jurásico, etc.), excepto Carbonífero, Paleógeno, Neógeno y Cuaternario. Posteriormente hay otras divisiones menores, como las épocas que son divisiones de los períodos y finalmente las edades que son divisiones de las épocas (Tabla 2-2).

La elaboración de la escala, comprende edades relativas o absolutas, en la primera, los sucesos se disponen en una secuencia que solo permite determinar si un hecho aconteció antes, durante o después que otro; mientras que la segunda fija la ocurrencia de los acontecimientos en término de años, haciendo posible conocer la cantidad de éstos transcurridos entre dos hechos consecutivos (Camacho, 2007).

Patarroyo (2005), afirma que este método es muy válido a pesar que ofrece datos relativos, pero permite ubicar muchos sucesos paleobiológicos, por ejemplo; la era Paleozoica indica vida antigua, la era Mesozoica indica vida media y la era Cenozoica vida nueva.

2.4. Fósiles.

El registro fósil puede estar o no restringido en el tiempo, por lo que se mencionarán algunos grupos presentes en Colombia, que no son los únicos, pero que para la propuesta didáctica aquí planteada, son de gran importancia para cumplir el objetivo del entendimiento del concepto de fósil y para la difusión desde el nivel escolar de la enseñanza de la historia paleontológica de nuestro país.

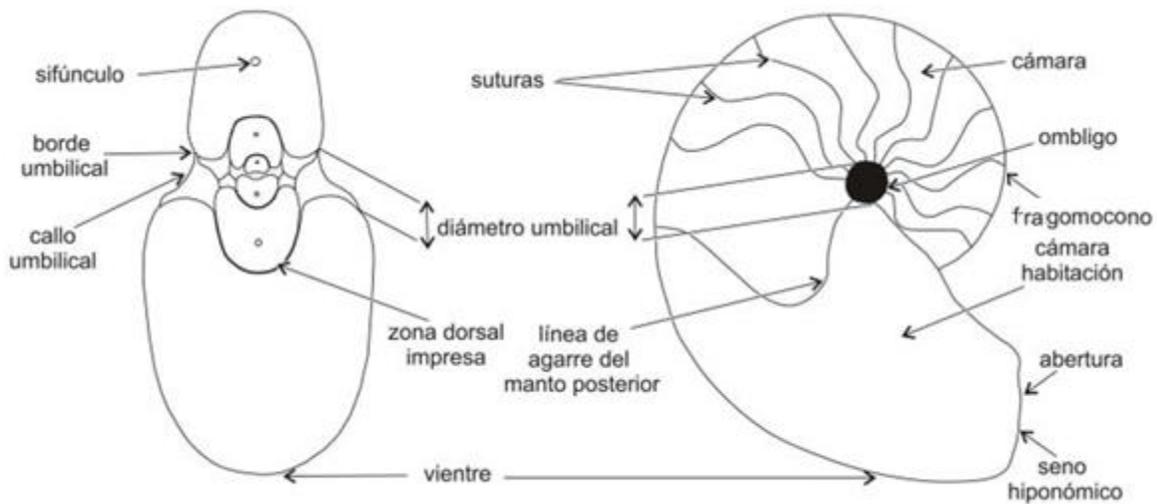
2.4.1. Fósiles de Amonitas

Las amonitas eran moluscos del grupo de los cefalópodos, semejantes a los actuales calamares y pulpos. En la actualidad existe un pariente similar a las amonitas; el *Nautilus*, que vive en la zona indo pacífica, su dieta está compuesta por peces, crustáceos o carroña

y pueden vivir hasta 500 metros de profundidad, son el último género viviente de cefalópodos con su concha externa. La denominación de Cephalopoda, dada a esta clase de moluscos obedece a la estrecha relación que guardan la cabeza y el pie. Los cefalópodos son organismos de simetría bilateral y exclusivamente marinos (Camacho *et al.* 2007).

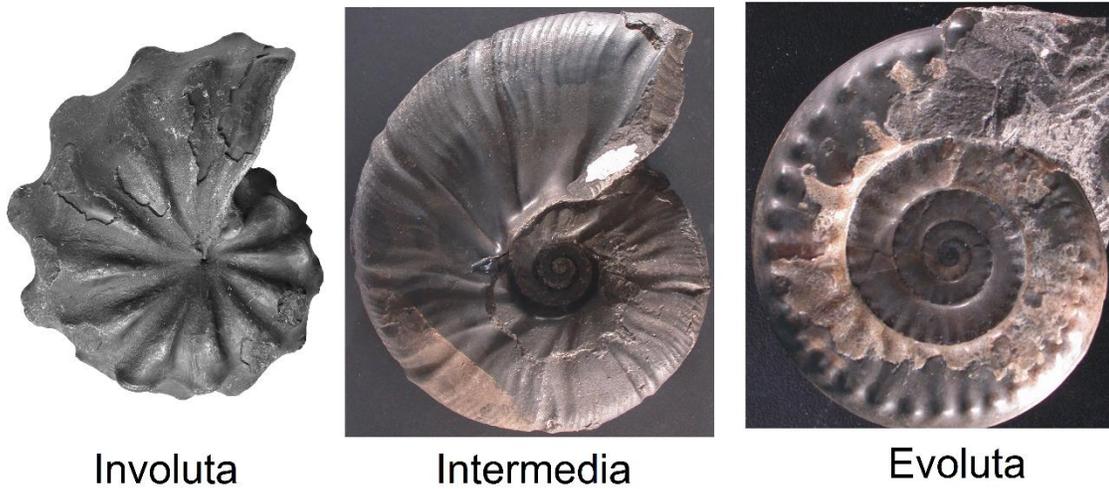
La concha, interiormente, está dividida en cámaras separadas por tabiques o septos, atravesados por una estructura tubular o sífunculo. En la porción anterior se encuentra una región no dividida o cámara de habitación, que se comunica al exterior por la abertura y cuyo borde se denomina peristoma, las partes blandas del animal se alojan en la cámara habitación, que es la última originada (Figura 2-1). La serie de cámaras internas en conjunto, constituyen el fragmácono (Camacho *et al.* 2007).

Figura 2-1: Esquema de una concha de nautilídeo en vista frontal y lateral mostrando las distintas partes que la conforman (tomada de Camacho *et al.* 2007).



La mayoría de las conchillas están enrolladas planoespiralmente y poseen simetría bilateral; el centro se denomina ombligo, las que tienen ombligo ancho son evolutas; si es estrecho, involutas, existiendo una gran variedad de formas intermedias (Figura 2-2).

Figura 2-2: Tipos de enrollamiento de las conchas de amonites. (Colección Paleontológica del Departamento de Geociencias. Universidad Nacional de Colombia).



La ornamentación de la conchilla externa de los cefalópodos es muy variable, generalmente consiste en finas líneas de crecimiento, pero también suelen haber costillas de disposición radial con diversas características (Figura 2-4). También se pueden presentar nódulos, tubérculos y espinas (Figura 2-3), (Camacho *et al.* 2007).

Figura 2-3: Tipos de ornamentación en amonitas. (Fuente: <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/paleo/villasenor/ammonoideos/>)

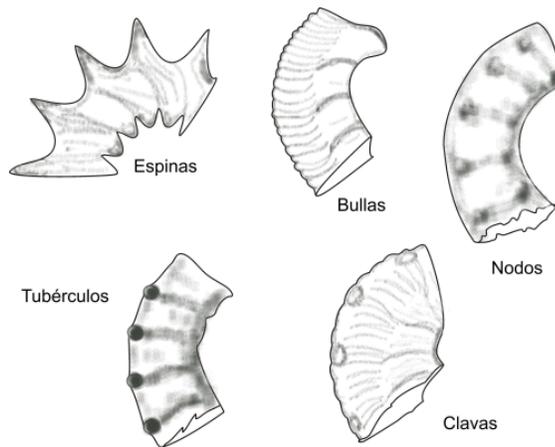
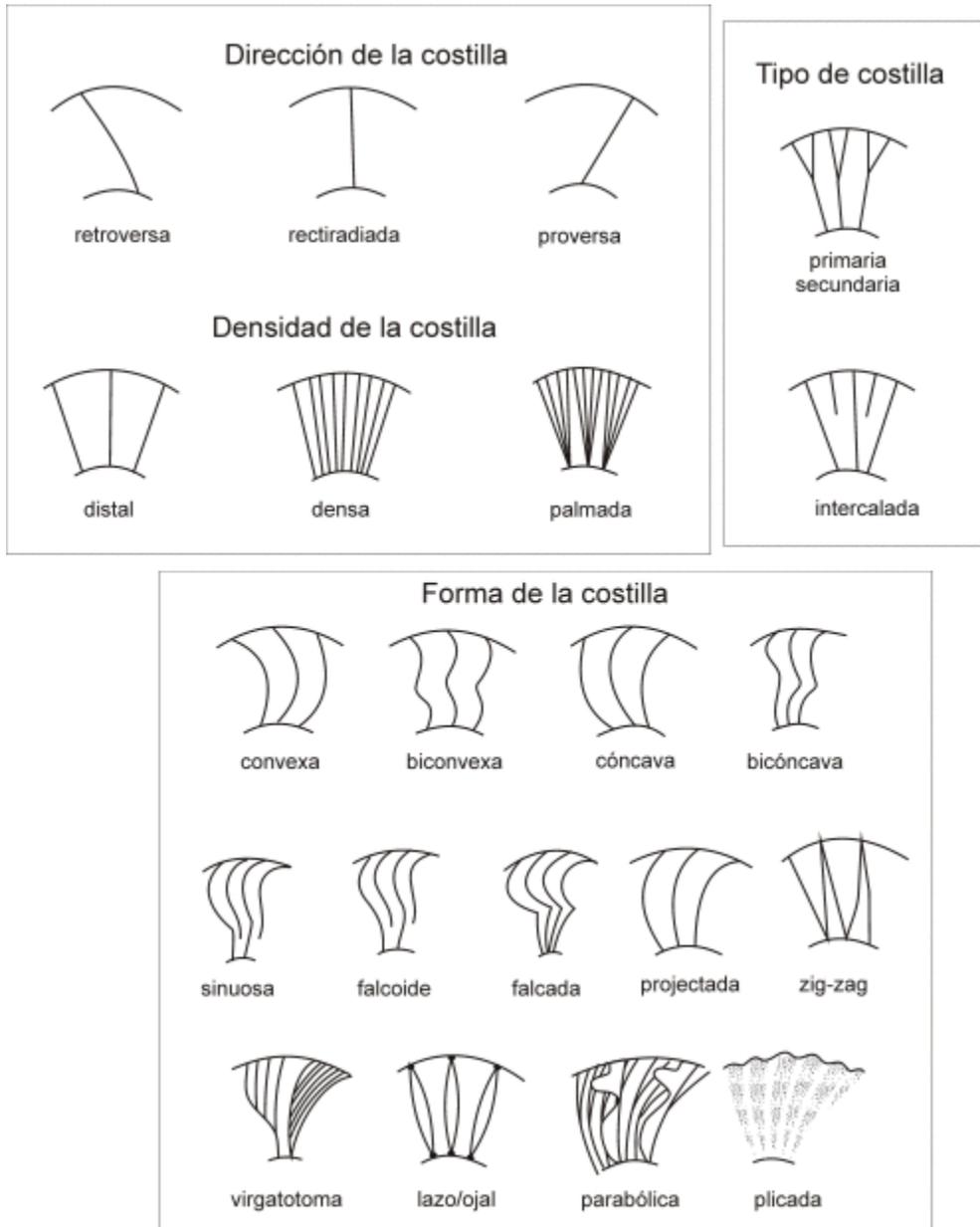


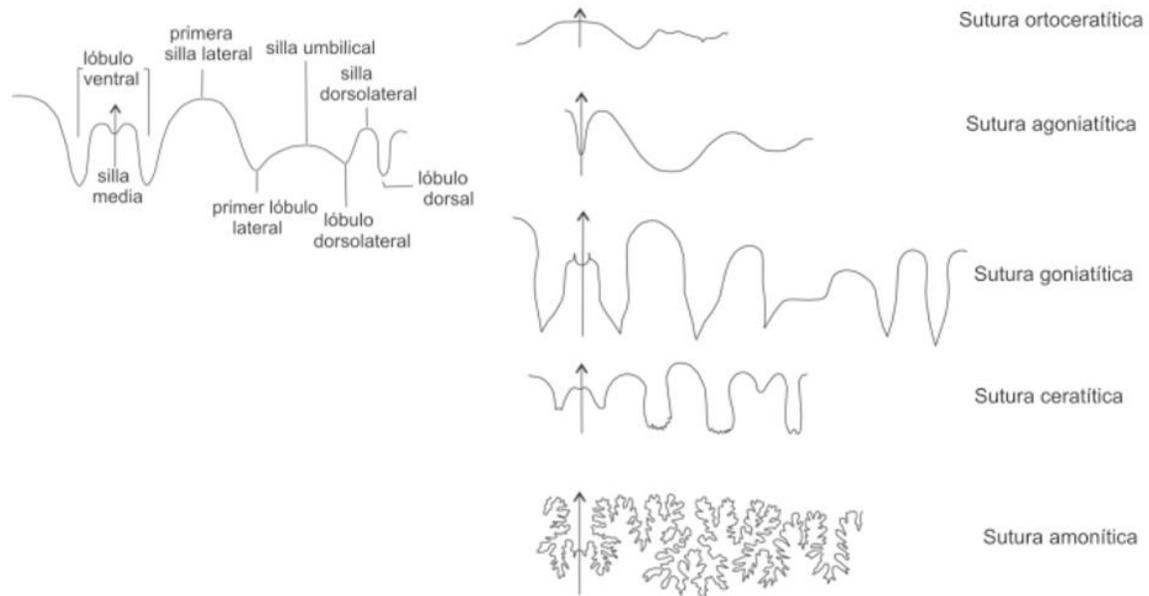
Figura 2-4: Características de las costillas de amonitas. (Fuente: <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/paleo/villasenor/ammonoideos/>)



La unión del septo con la capa o pared interna de la conchilla se denomina sutura. La diversidad y complejidad de las suturas son características muy importantes en la sistemática de los cefalópodos. Para su estudio es suficiente con observar una sola de sus mitades dado que la sutura, como los demás elementos de la conchilla, responde a la simetría bilateral. La línea de sutura solo puede ser observada en un molde interno; la representación de la sutura no es de tipo espacial sino que se trata de una proyección en

el plano. Las curvas habitualmente redondeadas y dirigidas hacia adelante, es decir hacia el peristoma, reciben el nombre de sillas, mientras que las curvas dirigidas hacia atrás y habitualmente agudas se denominan lóbulos (Camacho *et al.* 2007). Se reconocen cinco tipos principales de suturas (Figura 2-5):

Figura 2-3: Elementos de la sutura y tipos de suturas de distintos grupos de cefalópodos con conchilla externa (tomada de Camacho *et al.* 2007).



La sistemática de los cefalópodos es compleja y se encuentra en permanente cambio. Tradicionalmente, se ha considerado nautiloideos a todos los cefalópodos con conchilla externa y suturas simples para diferenciarlos de los amonoideos, con suturas más complejas. El grupo más numeroso de toda la subclase Ammonoidea es el orden Ammonitida, caracterizados por poseer suturas complejas de tipo amonítico las cuales presentan sillas y lóbulos fuertemente divididos. Los amonites están presentes desde el Devónico hasta el Cretácico, particularmente son características las especies jurásicas y cretácicas (Camacho *et al.* 2007).

Los amonites son excelentes fósiles guía, es decir, un fósil característico cuya presencia puede servir para datar con cierta precisión la unidad estratigráfica en la que se encuentra,

debido a que son particulares o exclusivos de un determinado periodo de tiempo. Muchas capas rocosas que los contienen, especialmente de la era Mesozoica, se ubican en el tiempo geológico con ayuda de estos fósiles. Los amonites son especialmente adecuados para ello, ya que gracias a su rápida evolución desarrollaron continuamente nuevas formas en corto tiempo. Esto significa una reducida distribución vertical en las rocas y en muchas ocasiones, una distribución mundial. Muchos géneros y especies son cosmopolitas; habitaron en regiones muy amplias y por eso son encontrados actualmente en rocas, equivalentes en el tiempo, de muy diversos países (Richter, 1989).

2.4.2. Fósiles de Erizos de mar

Los erizos de mar, poseen un esqueleto compuesto de numerosas hileras de placas, la boca está localizada en la parte inferior del cuerpo, mientras que el ano se ubica en la parte superior (Camacho *et al.* 2007).

2.4.2.1. Ejemplar 1

Paleontología sistemática con base en Patarroyo (2002).

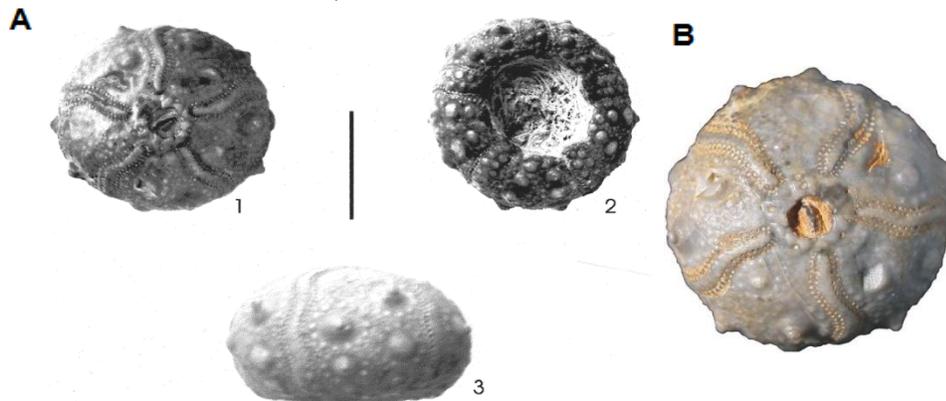
Orden: HEMICIDAROIDA

Familia: HEMICIDARIDAE

Género: *Pseudocidaris* ETALLON, 1859

Pseudocidaris cf. clunifera (AGASSIZ, 1915)

Figura 2-4: A, *Pseudocidaris cf. clunifera*, escala 1cm (tomado de Patarroyo 2002). B, foto a color del fósil, colección Universidad Nacional de Colombia.



Procedencia geográfica: Firavitoba (Boyacá), Formación Tibasosa.
Tiempo geológico: Cretácico (Barremiano).

Patarroyo (2002), reporta la presencia de erizos fósiles como *Pseudocidaris cf. clunifera* (Figura 2-6), en la Formación Tibasosa, ubicada en el área de Firavitoba (Boyacá).

2.4.3. Fósiles de Crustáceos

2.4.3.1. Ejemplar 1

Paleontología sistemática reportada por Garassino *et al.* (2013).

Superfamilia: Palaecorystoidea (Lörenthey, 1929)

Familia: Cenomanocarcinidae (Guinot, Vega & Van Bakel, 2008)

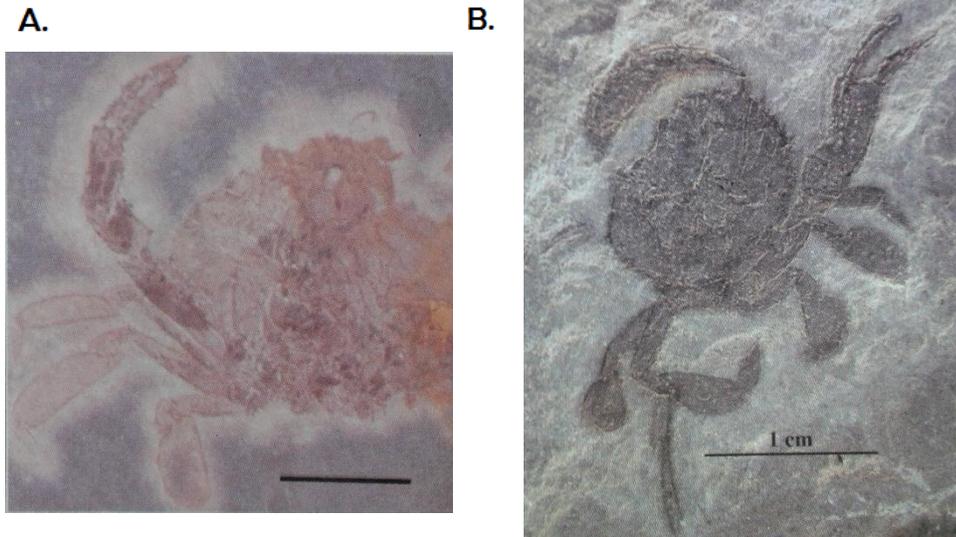
Género: *Cenomanocarcinus* (Van Straelen, 1936)

Cenomanocarcinus vanstraeleni (Stenzel 1945)

Procedencia geográfica: Pesca Boyacá, Formación San Rafael.

Tiempo geológico: Cretácico (Turoniano).

Figura 2-5: *Cenomanocarcinus vanstraeleni*. A, ejemplar hallado en Samacá (Boyacá), escala 1cm; B, ejemplar hallado en Pesca (Boyacá) (tomado de Patarroyo & Rojas 2007).



Los rasgos morfológicos más notables de *Cenomanocarcinus vanstraeleni* (Figura 2-7), hallados en la Formación San Rafael, son descritos por Patarroyo & Rojas (2007). En estos se destaca la presencia de caparazón hexagonal, ligeramente más ancho que largo, con su parte más amplia sobre el eje longitudinal. Frente bien definido con dientes redondeados, quelípedos (pinzas) de igual tamaño provistos de espinas, dedo fijo y dácilo

ligeramente arqueados, con un borde interno aserrado y dos hileras de tubérculos sobre la palma, pereiópodos (patas del tórax) aplanados con própodos (penúltimo segmento de los pereiópodos) ovalados probablemente adaptados para nadar y enterrarse en el sustrato (Vega *et al.* 2007, citado por Patarroyo & Rojas, 2007).

2.4.4. Fósiles de Peces

2.4.4.1. Ejemplar 1

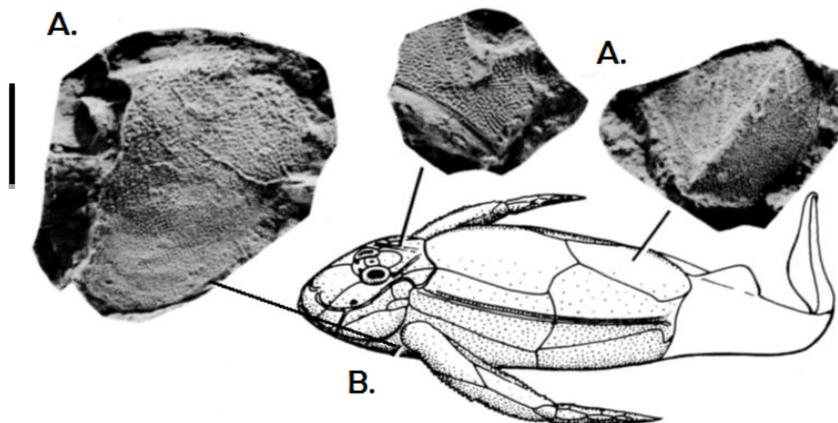
Paleontología sistemática basada en Johanson 1998.

Orden: Antiarchi (Cope, 1885)
 Suborden: Bothriolepidoidei (Miles, 1968)
 Familia: Bothriolepidae (Cope, 1886)
 Género: *Bothriolepis* (Eichwald, 1840)

Bothriolepis sp.

Procedencia geográfica: Macizo de Floresta (Boyacá), Formación Cuche.
 Tiempo geológico: Devónico (Frasniano).

Figura 2-6: *Bothriolepis* sp. A, Placas dérmicas escala 1cm; B, reconstrucción (según Long 1983, en Janvier & Villarroel, 1998).



Los antiarcos, uno de los grupos de placodermos devónicos, son de lejos, los más abundantes del Devónico de Colombia, están representados en la Formación Cuche por dos especies del género *Bothriolepis* (Figura 2-8) y una especie del género *Asterolepis*. Son peces acorazados de aspecto macizo, los ojos y narinas se sitúan dorsalmente. Las

aletas pectorales, cubiertas de placas óseas, se han modificado en forma de extraños apéndices articulados (Janvier & Villarroel, 1998).

Los placodermos son un grupo de vertebrados con mandíbula, o peces acorazados, es un grupo conocido desde el Silúrico Inferior, pero predominan en las faunas de vertebrados devónicos desde el Devónico Inferior hasta su desaparición total a fines del Fameniano (Janvier & Villarroel, 1998).

2.4.4.2. Ejemplar 2

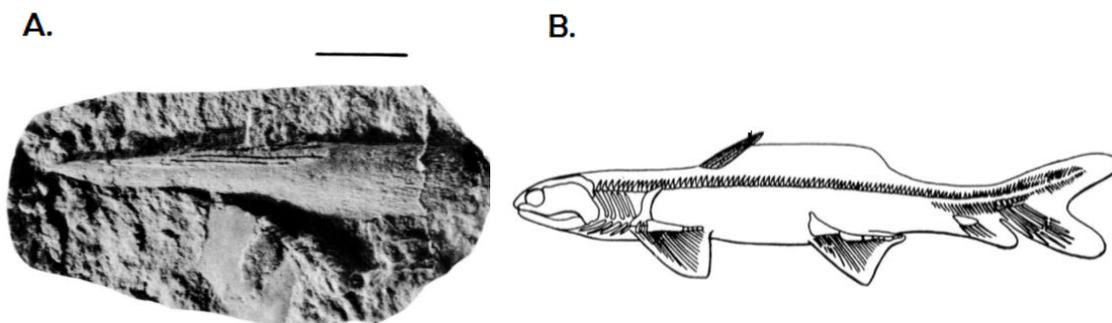
Paleontología sistemática basada en Janvier & Villarroel 1998.

Clase: CHONDRICHTHYES Huxley, 1880
 Subclase: ELASMOBRANCHII Bonaparte, 1838
 Orden: XENACANTHIDA Glikman, 1964
 Género: *Antarctilamna* Young, 1982?

Antarctilamna sp.

Procedencia geográfica: Macizo de Floresta (Boyacá), Formación Cuche.
 Tiempo geológico: Devónico.

Figura 2-7: *Antarctilamna* sp. A, Espina dorsal, escala 1cm; B, reconstrucción *Antarctilamna prisca* del Givetiano de Antártida (según YOUNG 1991, en Janvier & Villarroel, 1998).



Los Condrictios, otro grupo de vertebrados con mandíbula, se conocen desde el Silúrico superior. En la naturaleza actual, se encuentran representados por los elasmobranquios (tiburones y rayas) y los Holocefalos (quimeras). Los pocos restos de Condrictios encontrados en la Formación Cuche se atribuyen al género *Antarctilamna*, (Figura 2-9),

que pertenece al grupo de los xenacantiformes, cuya existencia se extiende del Devónico Inferior al Triásico. La presencia de *Antarctilamna* en Colombia, puede considerarse como una evidencia del antiguo bloque continental llamado Gondwana (Janvier & Villarroel 1998).

2.4.4.3. Ejemplar 3

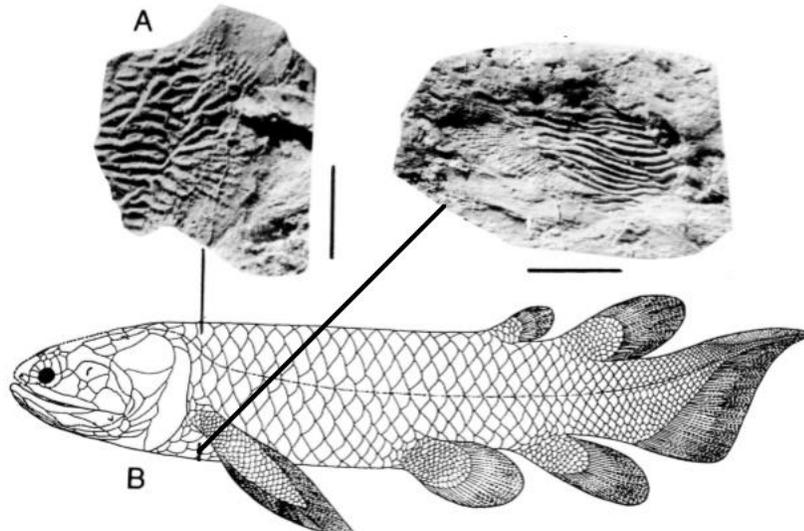
Paleontología sistemática reportada por Janvier & Villarroel (1998).

Subclase: SARCOPTERYGII Romer, 1955
 Orden: POROLEPIFORMES Jarvik, 1942
 Familia: HOLOPTYCHIIDAE Owen, 1860
 Género: *Holoptychius* Agassiz, 1839

Holoptychius sp.

Procedencia geográfica: Macizo de Floresta (Boyacá), Formación Cuche.
 Tiempo geológico: Devónico.

Figura 2-8 : *Holoptychius* sp. A, escamas dorsal y ventral, escala 1cm; B, reconstrucción de *Holoptychius jarviki* del Frasniano de Canadá (según SCHULTZE & CLOUTIER 1996, en Janvier & Villarroel, 1998).



Los restos de sarcopterigios (peces de aletas carnosas), de la Formación Cuche son esencialmente escamas. Varias de estas presentan la ornamentación característica del porolepiforme *Holoptychius* (Figura 2-10), es decir pliegues sinuosos que se transforman por delante en hileras de pequeños tubérculos triangulares, las escamas son idénticas a

las de las especies de *Holoptychius* que se encuentran en abundancia en el Devónico superior de Europa y de Norteamérica (Janvier & Villaroel 1998).

2.4.4.4. Ejemplar 4

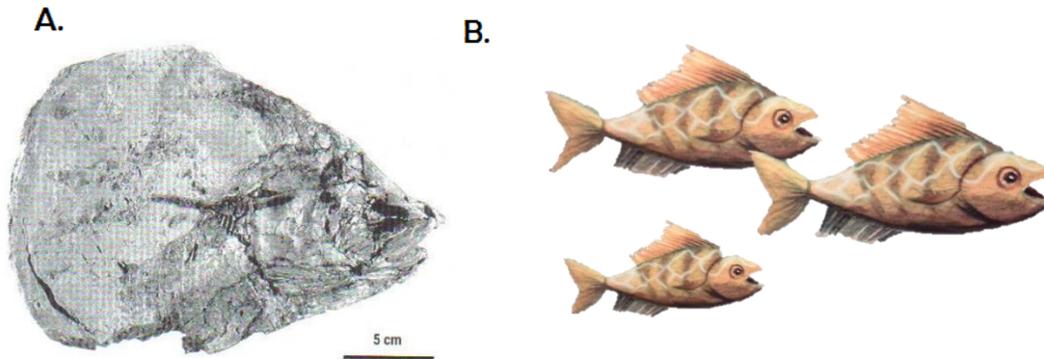
Paleontología sistemática reportada por Páramo (1998).

Orden: Crossognathiformes (Taverne 1989)
 Suborden: Tselfatioidei (Bertin & Arambourg 1958)
 Familia: Incierta según (Páramo, 1997)
 Género: *Bachea* (Páramo, 1997)

Bachea huilensis (Páramo, 1997)

Procedencia geográfica: Huila, Formación “Villeta”.
 Tiempo geológico: Cretácico, Turoniano.

Figura 2-9: *Bachea huilensis*. A, vista lateral derecha, escala 5cm, (tomado de Páramo 2007); B, reconstrucción, (tomada de MGJRG).



Bachea huilensis (Figura 2-11) son peces del grupo de los teleósteos cretácicos de posición sistemática incierta, eran peces de cuerpo alto, aleta dorsal desplegable extendida a lo largo de todo el borde dorsal del cuerpo y boca relativamente pequeña, provista de dientes en el paladar. Los ejemplares colombianos tienen un tamaño de entre 50 cm y 1m de largo, se ubican dentro de los más grandes del orden. Se han considerado peces costeros y carroñeros en su dieta (Álvarez *et al.* 2013). *Bachea huilensis*, representa la primera mención del suborden Tselfatioidei en Colombia, lo que amplía la distribución de su paleobiogeografía (Páramo 2007).

2.4.5. Fósiles de Reptiles marinos (saurios)

2.4.5.1. Ejemplar 1

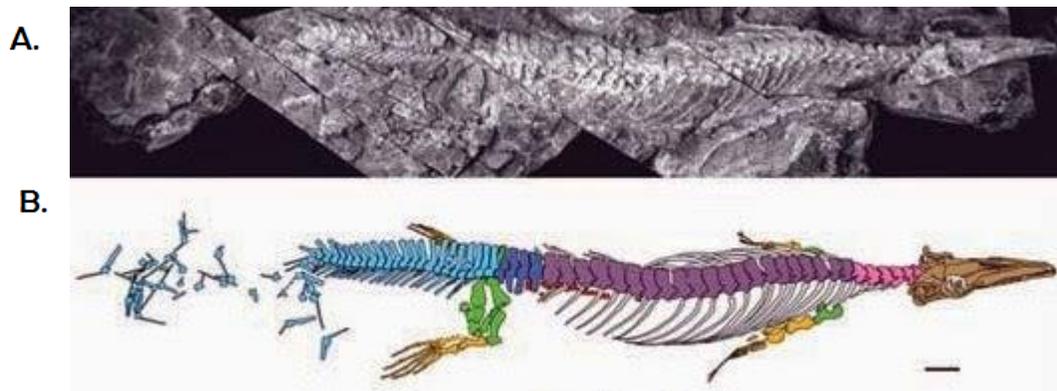
Paleontología sistemática con base en Páramo (2013).

Orden: Squamata (Oppel 1811)
 Superfamilia: Mosasauroidea (Camp 1923)
 Familia: Mosasauridae (Gervais 1853)
 Subfamilia: Halisaurinae (Bardet y Pereda Suberbiola, 2005)
 Género: *Eonatator* (Bardet y Pereda Suberbiola, 2005)

Eonatator coellensis (Páramo 2013)

Procedencia geográfica: al norte de la población de Coello, departamento del Tolima
 Tiempo geológico: Cretácico superior, Campaniano.

Figura 2-10: *Eonatator coellensis*; A; fotografía general del fósil; B, esquema interpretativo, escala 5cm (tomado de Páramo 2013).



El fósil colombiano de *Eonatator coellensis* (Figura 2-12), corresponde al espécimen de mosasaurio halisauriono más completo conocido hasta ahora en el mundo y ofrece posible evidencias de gestación interna en los mosasaurios (Páramo 2013).

El espécimen se compone del cráneo y del esqueleto casi completo sin el extremo posterior de la cola, se conservó articulado, excepto en el extremo posterior en donde varias de las vértebras caudales conservadas se encuentran desarticuladas y desplazadas de su posición original. La longitud del fósil, medida desde el extremo anterior del hocico hasta la vértebra caudal 21, última articulada, es de 2,8 metros, siendo el cráneo de 41,5 cm de largo. Se han conservado restos de tejidos dentro de las cavidades torácica y abdominal y en la región del cuello. Todos los huesos y restos de tejidos son de color crema rosa que

contrasta con el gris oscuro de la roca, por lo que sus contornos son claramente diferenciales. En la región abdominal posterior se reconocen restos de otros individuos de tamaño pequeño que se interpretan como posibles restos de uno o varios embriones (Páramo 2013).

2.4.5.2. Ejemplar 2

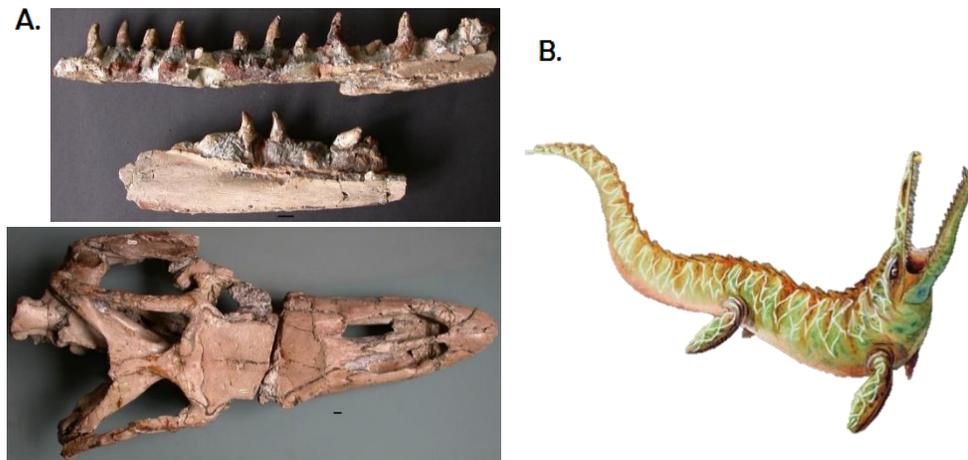
Paleontología sistemática reportada por Páramo (1994).

Orden: Squamata (Oppel, 1811)
 Familia: Mosasauridae (Gervais 1853)
 Género: *Yaguarasaurus* (Páramo 1994)

Yaguarasaurus colombianus (Páramo 1994)

Procedencia geográfica: Cerca de Yaguará (Huila), Formación "Villeta".
 Tiempo geológico: Cretácico, Turoniano.

Figura 2-11: *Yaguarasaurus colombianus* A, Fotografía de cráneo fosilizado y dentadura, B. Reconstrucción, (tomada de MGJRG.)



Yaguarasaurus colombianus (Figura 2-13) el nombre significa lagarto de Yaguará (Huila Colombia), el fósil incluye fragmentos craneales y algunas vertebrales dorsales y cervicales, la morfología craneal es una de las más primitivas entre los mosasauros. Fue un reptil marino, nadador veloz y de poca resistencia, era un gran depredador emparentado con las lagartijas e iguanas. Tenía aproximadamente 5 metros de longitud, la longitud craneal era

de 47 centímetros, se alimentaba de peces, amonitas y otros reptiles de menor tamaño (MGNJRG).

2.4.5.3. Ejemplar 3

Paleontología sistemática reportada por Hampe (1992).

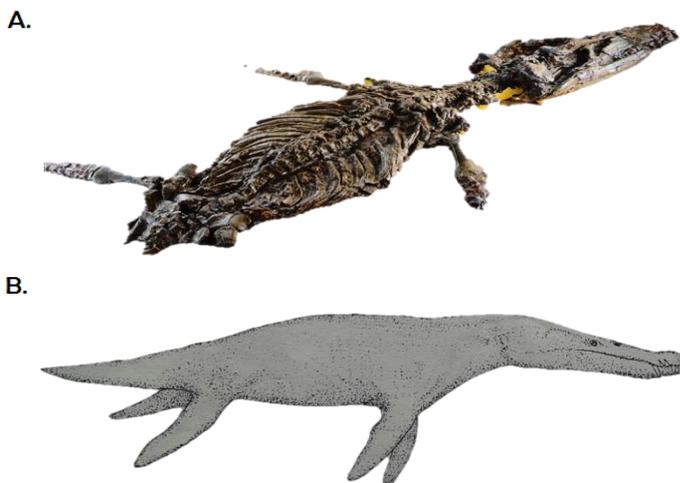
Orden: Sauropterygia (OWEN 1860)
Suborden: Plesiosauria (DeBLAINVILLE 1835)
Superfamilia: Pliosauroidae (WELLES 1943)
Familia: Brachaucheniidae (WILLISTON 1925)
Género: *Kronosaurus* (LONGMAN 1924)

Kronosaurus boyacensis (Hampe 1992)

Procedencia geográfica: Vereda Monquirá, 5 Kilómetros WNW Villa de Leyva (Boyacá).

Tiempo geológico: Cretácico, Aptiano.

Figura 2-12: *Kronosaurus boyacensis*: A, fotografía del fósil (tomada de http://www.villadeleyva.net/act_visita_alrededores.php); B, reconstrucción, longitud aproximada de 9m (tomada de Hampe 1992).



Kronosaurus boyacensis (Figura 2-14) es un reptil marino del grupo de los pliosaurios, que poseían una gran cabeza, semejante en forma a la de un cocodrilo, tan solo su cráneo tiene una longitud de 2,36 metros de largo y 1,23 metros de ancho, tenía grandes dientes cónicos, afilados, que alcanzaban hasta los 25 centímetros. En la mandíbula tenía aproximadamente 24 pares de dientes. El cuello del *Kronosaurus boyacensis* era extremadamente corto con solo 12 vértebras. La longitud total del cuerpo es de 12 metros, poseía cuatro aletas. Las costillas engrosadas tenían como función presumiblemente

proporcionar un peso extra del cuerpo para su sumersión y representan una forma evolucionada de adaptación a la vida marina, se alimentaba de otros reptiles marinos, de peces y moluscos (Hampe 1992).

2.4.5.4. Ejemplar 4

Paleontología sistemática con base en MGNJRG.

Suborden: Plesiosauria (DeBLAINVILLE 1835)

Familia: Elasmosauridae (Cope 1869)

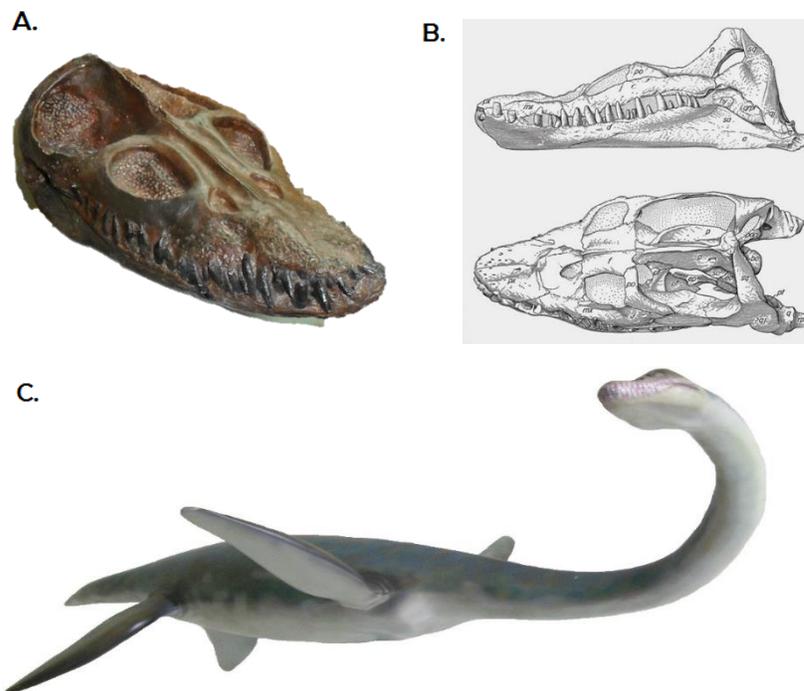
Género: *Callawayasaurus* (Carpenter 1999)

Callawayasaurus colombiensis (Welles 1962)

Procedencia geográfica: Cerca de Villa de Leyva (Boyacá), Formación La Paja.

Tiempo geológico: Cretácico inferior, Aptiano.

Figura 2-13: *Callawayasaurus colombiensis*. A, fotografía del fósil; B, vista lateral y dorsal del cráneo (tomadas de <http://lapaleontologiaencolombia.blogspot>); C, reconstrucción, (tomada de folletos divulgativos MGNJRG)



Los elasmosaurios (Figura 2-15), reptiles de cuello largo y cabeza pequeña, estaban dotados de extremidades en forma de aletas natatorias que facilitaban su desplazamiento

en el agua, su anatomía indica una buena adaptación a la vida marina. Los elasmosaurios habitaban en las aguas de mar abierto y poseían una anatomía adaptada para este medio, se alimentaban de peces y cefalópodos (amonitas), a los que cazaban moviendo rápidamente la cabeza, a través de su largo cuello, manteniendo su cuerpo quieto. Eran muy resistentes a los cambios del medio, lo cual permitió que se desplazaran por todos los océanos del mundo (MGNJRG).

2.4.5.5. Ejemplar 5

Paleontología sistemática con base en MGNJRG.

Familia: Ophthalmosauridae

Género: *Platypterygius* (Von Huene 1922)

Platypterygius sachicarum (Páramo, 1997)

Procedencia geográfica: Loma Pedro Luis, en cercanías de Villa de Leyva.

Tiempo geológico: Cretácico, Aptiano.

Figura 2-14: *Platypterygius sachicarum*. A, fotografía de cráneo (tomada de MGNJRG); B, comparación de tamaño entre género *Platypterygius* con una persona, dimensión en metros (tomada de <http://www.prehistoric-wildlife.com>)



La forma general del cráneo permite incluir al ictiosaurio de Villa de Leyva (Figura 2-16) dentro del género *Platypterygius*, ha sido clasificado como una nueva especie, a la cual se

ha dado el nombre *P. sachicarum*, en honor a los indígenas Sáchicas que vivieron, junto con otras agrupaciones indígenas, en la región de Villa de Leyva (MGNJRG).

La similitud que presenta la forma del cuerpo de los ictiosaurios con la de los actuales delfines, ha permitido asumir que, como éstos, los ictiosaurios fueron rápidos y constantes nadadores. Se ha sugerido que la forma de la cola proporcionó a estos animales una rápida aceleración al nadar y facilitó su sumersión después que subían a la superficie para respirar. La forma que presentan los dientes de los ictiosaurios es apta para romper esqueletos relativamente duros. Dado que se han encontrado restos de organismos en la cavidad ventral de algunos especímenes de ictiosaurios, se han sugerido que estos reptiles se alimentaban de animales nadadores medianamente duros como amonitas de concha delgada, calamares y probablemente peces acorazados (MGNJRG).

2.4.6. Fósiles de Reptiles

2.4.6.1. Ejemplar 1

Paleontología sistemática con base en Mendoza (2013).

Orden: Crocodylia (Owen 1842)
Familia: Alligatoridae (Gray 1844)
Subfamilia: Caimaninae (Brochu 1999)
Género: *Purussaurus* (Holland 1909)

Purussaurus neivensis (Mook 1941)

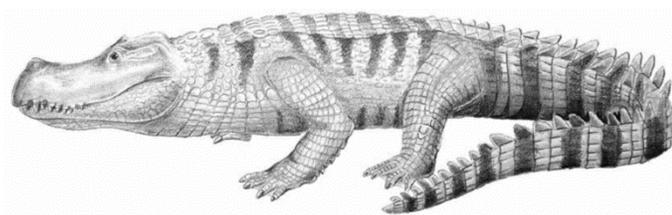
Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-15: *Purussaurus neivensis*. A, Cráneo (tomado de <http://scienceblogs.com.br/colecionadores>); B, Reconstrucción (tomada de Mendoza, 2013).

A.



B.



Los *Purussaurus* suramericanos (Figura 2-17), fueron los mayores carnívoros continentales de todo el mundo durante la era Cenozoica, con longitudes estimadas de más de 12 metros y peso entre 5 y 7 toneladas. El cráneo macizo y pesado de 1,30 metros de longitud, la mandíbula armada con grandes dientes cónicos, adecuados para cazar y desmembrar presas. Los *Purussauros* fueron predadores de peces y tortugas, también atacaban a los grandes mamíferos de su época (Mendoza 2013).

2.4.6.2. Ejemplar 2

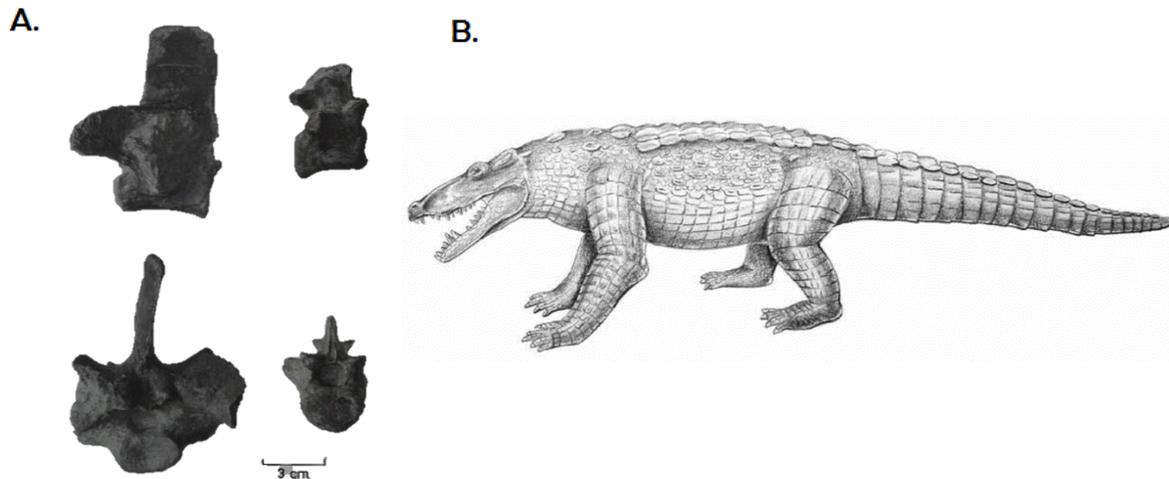
Paleontología sistemática con base en Mendoza (2013).

Orden: Crocodylia (Owen 1842)
 Familia: Sebecidae (Simpson 1937)
 Género: *Sebecus* (Simpson 1937)

Sebecus huilensis (Langston 1965)

Procedencia geográfica: Desierto de la Tatacoa (Huila), Formación Villavieja.
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-16: *Sebecus huilensis*. A, vertebras sacral y caudal (modificada de Langston & Gasparini 1997); B, Reconstrucción (tomada de Mendoza, 2013).



La especie de cocodrilo *Sebecus huilensis* (Figura 2-18), tenía un tamaño: entre 5 y 7 metros de longitud, el peso podría sobrepasar los 500 kilogramos, el cráneo era comprimido lateralmente, con ojos y fosas nasales en posición lateral los dientes de los *Sebecus* son diferentes de los de otros cocodrilos, pues son semejantes a los de un dinosaurio carnívoro, con bordes aserrados. Grupo bastante particular con respecto a la

anatomía clásica de sus parientes, ya que en lugar de tener un cráneo aplanado y ancho, como es usual entre los cocodrilos y caimanes, con ojos, oídos y fosas nasales en la parte alta, adecuados para acechar sus presas desde el agua, los *Sebecus* tienen un cráneo alto y estrecho, con ojos y fosas nasales a los lados, más adecuados para la caza en tierra firme (Mendoza 2013).

2.4.6.3. Ejemplar 3

Paleontología sistemática reportada por Langston & Gasparini (1997).

Orden: Crocrodilia (Owen 1842)

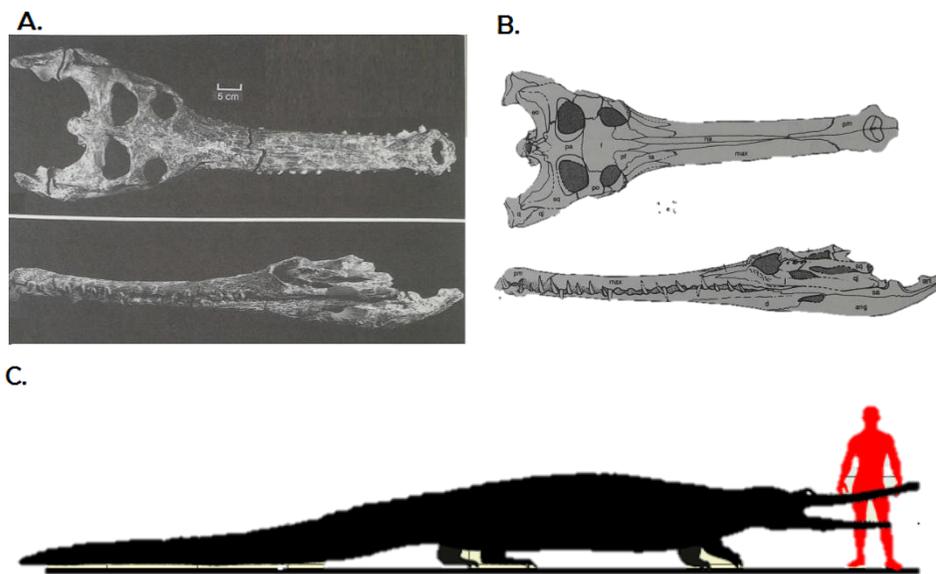
Familia: Gavialidae

Género: *Gryposuchus* (Gürich 1912)

Gryposuchus colombianus (Langston 1965)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-17: *Gryposuchus colombianus*: A, mandíbula; B, mapa craneal escala 5cm (modificadas de Langston & Gasparini 1997); C, cálculo estimado del tamaño en metros de *Gryposuchus* (tomada de www.prehistoric-wildlife.com).



Gryposuchus colombianus (Figura 2-19) está representado por excelente material craneano, indicando que comparte sinapomorfias con representantes de la familia gavialidae, especialmente con el género *Eogavialis* del Eoceno superior al Oligoceno

inferior de África, posee 4 dientes en cada premaxilar, 21 o 22 en el maxilar y 23 en el dental, las evidencias disponibles sugieren que los gaviales arribaron a América del sur desde África, cruzando el Atlántico sur en el Eoceno medio o aún antes (Langston & Gasparini 1997).

2.4.6.4. Ejemplar 4

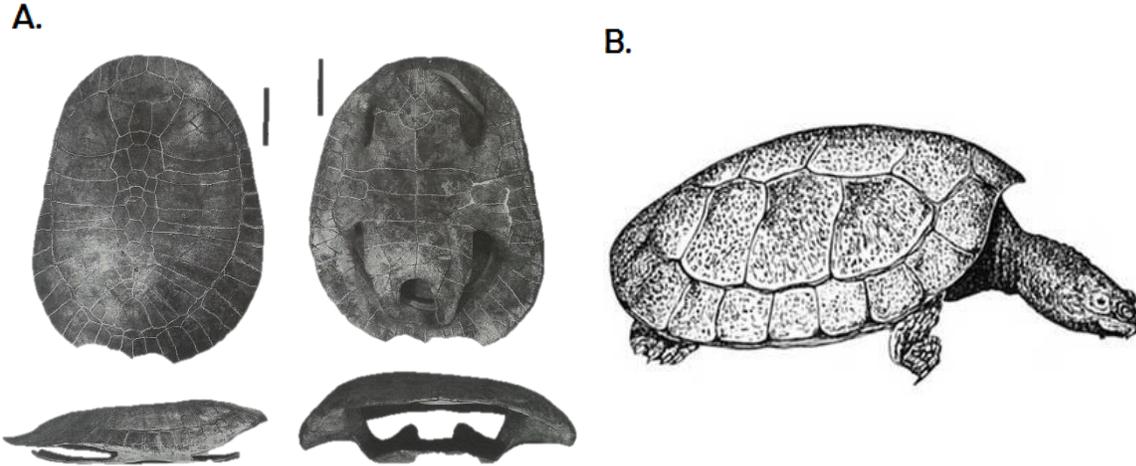
Paleontología sistemática reportada por Conant (1997).

Orden: Testudines (Linnaeus 1758)
 Familia: Podocnemididae (Cope 1868)
 Género: Podocnemis (Wagler 1830)

Podocnemis pritchardi (Conant 1997)

Procedencia geográfica: Desierto de la Tatacoa (Huila), Formación La Victoria.
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-18: *Podocnemis pritchardi*. A, caparazón vista ventral y dorsal, escala 15 cm (tomada de Conant 1997); B, dibujo de representante actual del género *Podocnemis* (tomada de <http://www.fao.org.htm>).



En la fauna del yacimiento de la Venta, los fósiles de tortuga son los más diversos que se conocen hasta ahora para América del sur, los restos más abundantes son los del género *Podocnemis* (Figura 2-20), las especies de este género comparten un caparazón caracterizado por un aplastamiento moderado de arriba a abajo (Conant 1997).

2.4.6.5. Ejemplar 5

Paleontología sistemática de acuerdo con Head *et al.* (2009)

Suborden: Serpentes (Linnaeus 1758)

Familia: Boidae (Gray 1825)

Subfamilia: Boinae (Gray 1825)

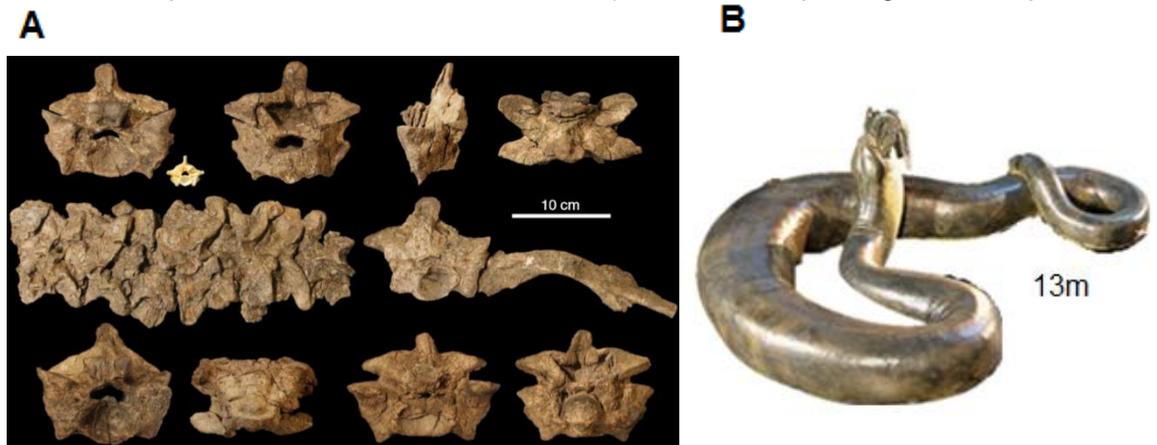
Género: *Titanoboa* (Head *et al.* 2009)

Titanoboa cerrejonensis (Head *et al.* 2009)

Procedencia geográfica: Guajira, Formación Cerrejón.

Tiempo geológico: Paleógeno, Paleoceno.

Figura 2-19: *Titanoboa cerrejonensis*. A, vertebras de *Titanoboa* comparada con vertebra de *Boa constrictor*, escala 10 cm (tomada de www.nature.com); B, fotografía de modelo titanoboa expuesto en Smithsonian museum (tomada de <http://blog.realmofreptiles.com>)



La longitud del cuerpo estimada para *Titanoboa* de 13 m, excede el tamaño de pitones y anacondas que tienen aproximadamente 9 y 6m respectivamente, lo cual amplía el rango de longitud corporal en serpientes por más de dos órdenes de magnitud, por lo cual es considerada como el vertebrado, no marino, más grande entre el Paleoceno y el Eoceno inferior. Las vértebras de *Titanoboa* (Figura 2-21) son las más grandes encontradas tanto en serpientes actuales como fósiles (Head *et al.* 2009).

En taxa (plural de taxón) en donde la longitud del cuerpo evoluciona al aumentar el tamaño de las vértebras y no su número, el tamaño se puede inferir a partir de las dimensiones vertebrales, en los animales poiquilotermos la longitud máxima, a una temperatura dada,

está limitada por la tasa biometabólica, una serpiente de este tamaño, requeriría una temperatura media anual de 30 a 34°C para sobrevivir. Este supuesto resulta consistente con la hipótesis, basada en modelos climáticos, de altas temperaturas en el neo trópico durante el Paleoceno (Head *et al.* 2009).

2.4.7. Fósiles Mamíferos

2.4.7.1. Ejemplar 1

Paleontología sistemática con base en MGNJRG.

Orden: Astrapotheria (Lydekker 1894)

Familia: Astrapotheriidae (Ameghino 1887)

Subfamilia: Uruguaytheriinae (Kraglievich 1928)

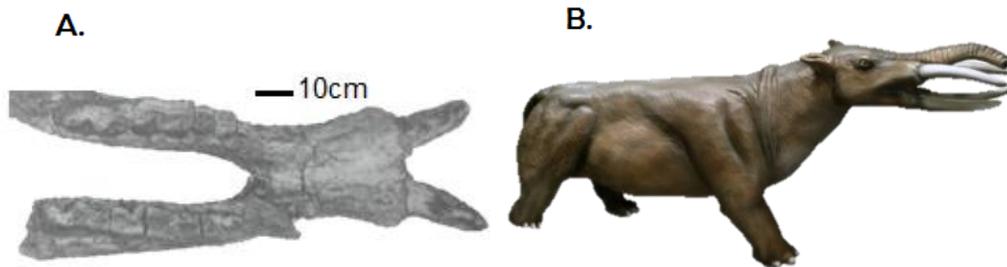
Género: *Granastrapotherium* (Johnson & Madden 1997)

Granastrapotherium snorki (Johnson & Madden 1997)

Procedencia geográfica: Villavieja (Huila).

Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-20: *Granastrapotherium snorki*. A, vista oclusal del dentario esqueleto (en Pardo 2010) fósil; B. Reconstrucción (Mendoza 2012, en folletos divulgativos MGJRG).



Los astrapoterios (Figura 2-22) eran herbívoros grandes (Mendoza 2013), su altura máxima era de 1,70 metros, evolucionaron durante el Cenozoico, la divergencia de la subfamilia Uruguaytheriinae debió haber ocurrido durante el Oligoceno (Johnson & Madden, 1997). Su distribución fue exclusiva de Sur América, tenían grandes caninos en forma de defensa con fosas nasales ubicadas hacia arriba y hacia atrás, lo cual sugiere la presencia de una trompa (MGNJRG, 2014).

2.4.7.2. Ejemplar 2

Paleontología sistemática reportada por Villarroel & Colwell (1997).

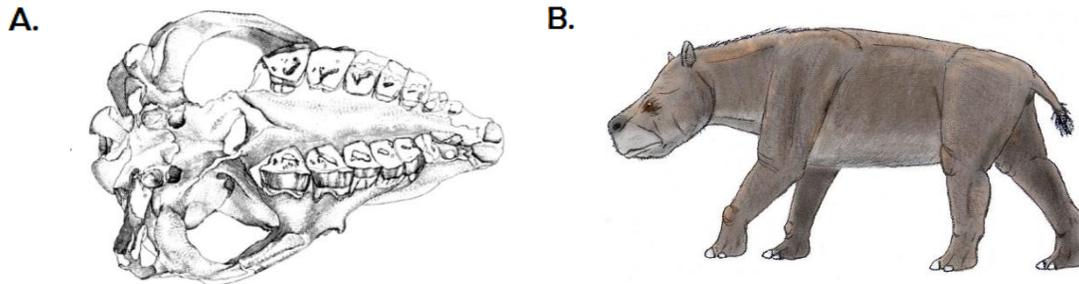
Orden: Notoungulata (Roth 1903)
 Familia: Leontiniidae (Ameghino 1897)
 Género: *Huilatherium* (Villarroel & Guerrero 1985)

Huilatherium pluriplicatum (Villarroel & Guerrero 1985)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).

Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-21: *Huilatherium pluriplicatum* A, Vista palatal del cráneo, aprox. x 0.2. (Adaptada de Villarroel, 1997). B, Reconstrucción, (Tomada de: <http://en.wikipedia.org/wiki/Huilatherium>).



Huilatherium pluriplicatum (Figura 2-23) es un mamífero herbívoro, de talla mediana (Villarroel, 1997). La familia Leontiniidae, de herbívoros medianos y grandes, alcanzo su gran diversidad durante el Oligoceno en Sur América. De los siete géneros conocidos solo dos sobrevivieron más allá del Oligoceno; *Colpodon* y *Huilatherium* (Villarroel & Colwell, 1997).

2.4.7.3. Ejemplar 3

Paleontología sistemática de acuerdo con Madden (1997).

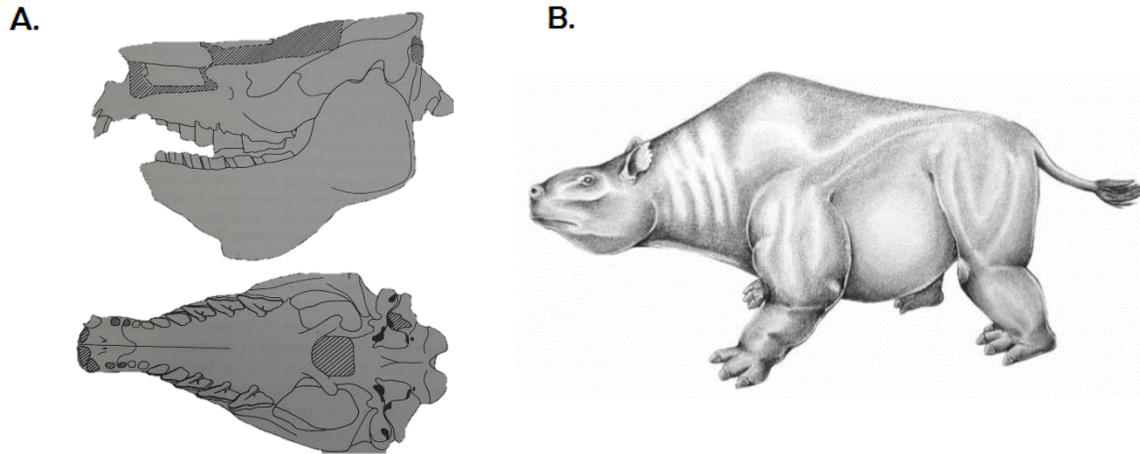
Orden: Notoungulata (Roth 1903)
 Suborden: Toxodontia (Owen 1853)
 Familia: Toxodontidae (Gervais 1847)
 Subfamilia: Dinotoxodontinae (Madden 1997)
 Género: *Pericotoxodon* (Madden 1997)

Pericotoxodon platignathus (Madden 1997)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).

Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-22: *Pericotoxodon platignathus*: A, reconstrucción del cráneo, escala 15cm (Modificada de Madden 1997); B, reconstrucción (Tomada de Mendoza, 2013).



Los registros de la subfamilia Dinotoxodontinae están restringidos a la zona baja tropical y subtropical de América de sur. La masa corporal de *Pericotoxodon platignathus* (Figura 2-24) estimada en base a diversas dimensiones del esqueleto es comparable a la del rinoceronte negro de África, al alce de América del norte y el rinoceronte de Sumatra. Las características del rostro y de la dentadura anterior, más un énfasis en los filos cortantes de los dientes, sugieren hábitos pastores para la especie. Como ocurre en diversas especies de ungulados vivientes, los toxodontidae formaban grupos sociales con reproducción polígama (Madden 1997).

2.4.7.4. Ejemplar 4

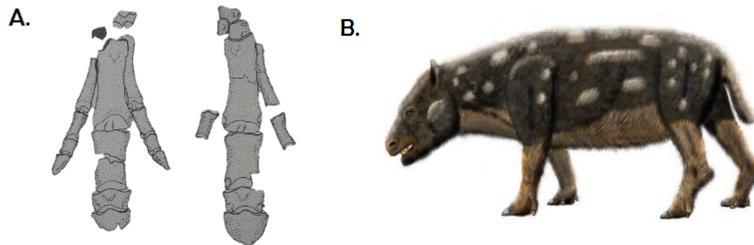
Paleontología sistemática reportada por Cifelli & Villarroel (1997).

Orden: Litopterna (Ameghino 1889)
 Familia: Protheroheriidae (Ameghino 1887)
 Subfamilia: Megadolodinae (Cifelli & Villarroel 1997)
 Género: *Megadolodus* (Mckenna 1956)

Megadolodus molariformis (Mckenna 1956)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-23: *Megadolodus molariformis*: A, vista anterior de mano derecha e izquierda, escala 1cm. (Tomada de Cifelli & Villarroel, 1997). B, Reconstrucción, (Tomada de: <http://zimices.deviantart.com/art/Megadolodus>).



Los grandes molariformes con gruesas capas de esmalte, sugieren que *Megadolodus molariformis* (Figura 2-25), fue omnívoro, o más probablemente se alimentó de frutos duros. En todas las características dentales y postcraneales que pudieron ser comparadas entre *Megadolodus* y ungulados vivientes, el género colombiano es similar a taxa con preferencias selváticas o boscosas y difiere de la mayoría de los que se encuentran en hábitos abiertos. Cifelli & Villarroel (1997) concluyen que el hábito preferencial de *Megadolodus* fue cerrado y más probablemente selvático.

2.4.7.5. Ejemplar 5

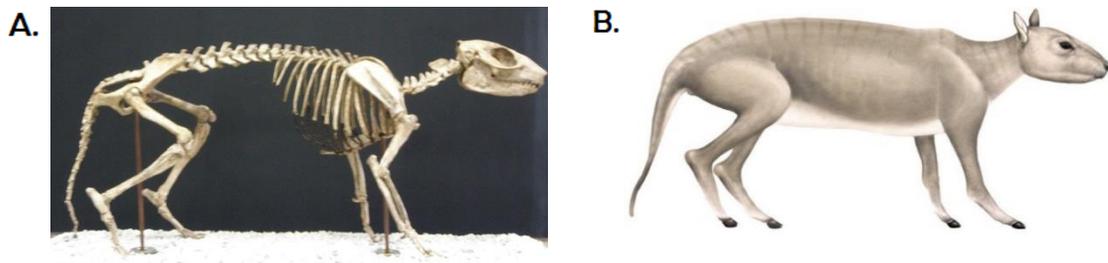
Paleontología sistemática con base en MGNGRJ.

Orden: Notoungulata (Roth 1903)
 Familia: Intheriidae (Ameghino 1953)
 Género: *Miocochilius* (Stirton 1953)

Miocochilius anomopodus (Stirton 1953)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-24: *Miocochilius anomopodus*, A. Fósil de esqueleto B. Reconstrucción, (En folletos divulgativos MGJRG).



Miocochilius anomopodus (Figura 2-26), es una especie exclusiva de Colombia y fue definida por Stirton en 1953 de la Universidad de California, basándose en varias características del cráneo y de las patas que lo diferencian de otros géneros (MGNJRG). El grupo de los interateridos constituye una familia de mamíferos extintos, conocidos únicamente en el Cenozoico de América del Sur, los interateridos fueron herbívoros terrestres de tamaño mediano o pequeño que probablemente pastaban o ramoneaban, la forma de sus patas sugiere que fueron corredores de cortas distancias (MGNJRG).

2.4.7.6. Ejemplar 6

Paleontología sistemática de acuerdo con Pardo (2012).

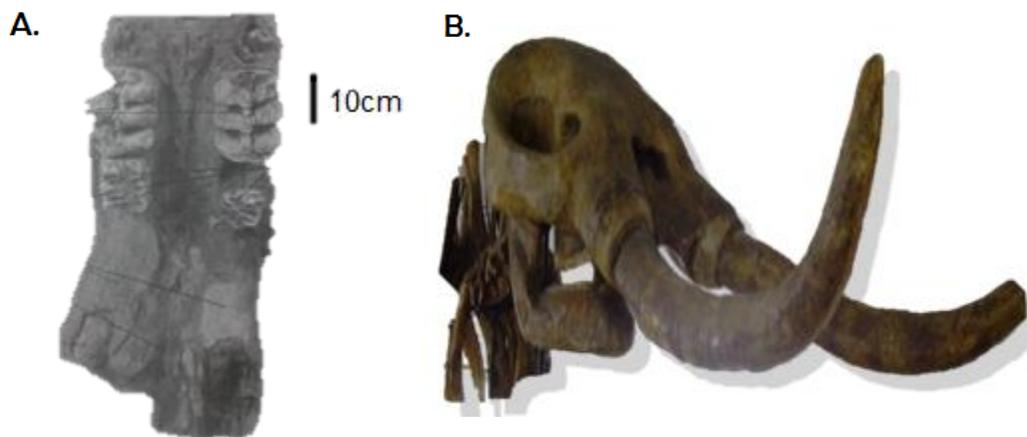
Orden: Proboscidea (Illiger 1811)
 Superfamilia: Elephantoidea (Gray 1821)
 Familia: Gomphotheriidae (Hay 1922)
 Género: *Stegomastodon* (Pohlig 1912)

Stegomastodon waringi. (Holland 1920)

Procedencia geográfica: área rural del municipio de Turbana (Bolívar), aproximadamente a 22Km al sur del casco urbano de la ciudad de Cartagena de Indias.

Tiempo geológico: Cuaternario, Pleistoceno.

Figura 2-25: *Stegomastodon waringi*. A, vista palatal del cráneo (tomada de Pardo, 2012); B. Fotografía MGJRG, reconstrucción de mastodonte hallado en Pubenza Cundinamarca.



Los mastodontes (Figura 2-27 B), mamíferos herbívoros, se caracterizan principalmente por tener un cráneo con bóveda alta y colmillos curvados hacia arriba y hacia adentro, los cuales usaban como defensa (MGNJRG). Los mastodontes suramericanos son bunodontos, es decir que sus molares poseen montículos separados y redondeados para

triturar sus alimentos (Pardo, 2012). Se aclara que la taxonomía y clasificación de los mastodontes suramericanos es bastante compleja, existe discusión sobre la clasificación de los géneros *Stegomastodon* y *Haplomastodon*, el cráneo hallado (Figura 2-27 A), se asignó provisionalmente a la especie *Stegomastodon waringi* Holland (1920), hasta que exista un pronunciamiento oficial que aclare este aspecto (Pardo, 2012).

2.4.7.7. Ejemplar 7

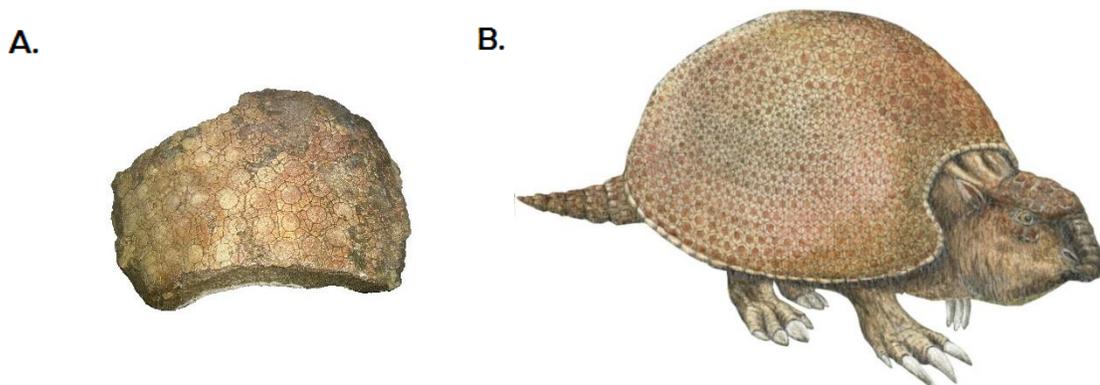
Paleontología sistemática con base en MGNJRG.

Orden: Cingulata (Illiger 1811)
 Superfamilia: Glyptodontoidea (Burmeister 1879)
 Familia: Glyptodontidae (Burmeister 1879)
 Subfamilia: Glyptatelinae (Castellanos 1932)
 Género: *Neoglyptatelus* (Carlini, Vizcaíno & Scillato 1997)

Neoglyptatelus originalis. (Carlini, Vizcaíno & Scillato 1997)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-26: *Neoglyptatelus originalis*. A, Fragmento de caparazón; B. reconstrucción (tomadas de folletos divulgativos MGJRG).



Los gliptodontes (Figura 2-28), al igual que los armadillos, se caracterizan por poseer un caparazón óseo. Diferentes grupos de gliptodontes habitaron toda Suramérica durante más de 35 millones de años. Los gliptodontes desarrollaron adaptaciones para la dieta herbívora como por ejemplo, el acortamiento del cráneo, la aparición de espinas en el hueso molar para ayudar a sostener un musculo masetero de mayor tamaño y el desarrollo de molares altos especializados en la masticación de materia vegetal (MGNJRG).

2.4.7.8. Ejemplar 8

Paleontología sistemática reportada por Edmund & Theodor (1997).

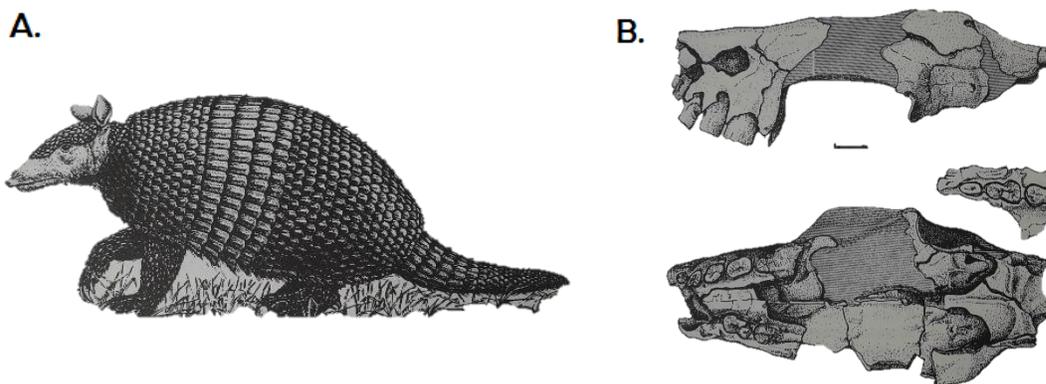
Orden: Xenarthra (Cope 1889)
 Superfamilia: Dasypodoidea (Cabrera 1929)
 Familia: Pampatheriidae (Edmund 1987)
 Género: *Scirrotherium* (Edmund & Theodor 1997)

Scirrotherium hondaensis (Edmund & Theodor 1997)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).

Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-27: *Scirrotherium hondaensis*. A, Reconstrucción; B. Fragmento palatal, vista dorsal y ventral, escala 1cm. (Modificada de Edmund & Theodor, 1997).



Los armadillos gigantes (Figura 2-29A) poseen un caparazón, en el cual se observan una serie de divisiones conocidas como osteodermos. Edmund & Theodor (1997), explican que el *Scirrotherium hondaensis* es uno de los pampatéricos más antiguo, ya que posee dentadura primitiva en la cual los primeros cuatro dientes son cilíndricos hasta elípticos y no bilobados (Figura 2-29B).

2.4.7.9. Ejemplar 9

Paleontología sistemática de acuerdo con Goin (1997).

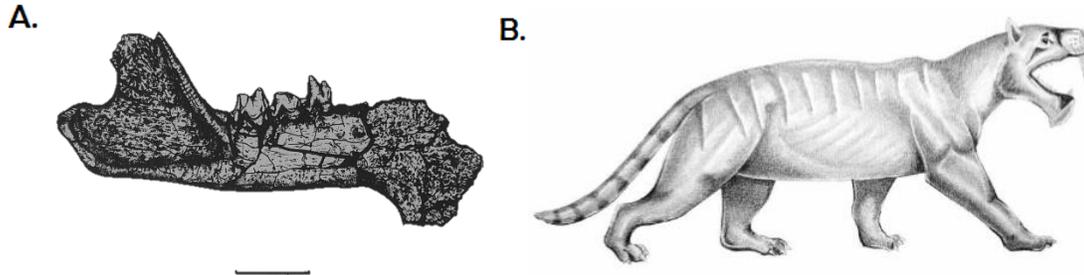
Orden: Sparassodonta (Ameghino 1894)
 Familia: Thylacosmilidae (Riggs 1933)
 Género: *Anachlysictis* (Goin 1997)

Anachlysictis gracilis (Goin 1997)

Procedencia geográfica: Desierto de la Tatacoa (Huila), Formación La Victoria.

Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-28: *Anachlysictis gracilis* A, mandíbula inferior, escala 30mm. (Tomada de Goin, 1997). B, Reconstrucción, (tomada de Mendoza, 2013).



En los niveles del Mioceno del grupo Honda, existen varios hallazgos, de mamíferos marsupiales (mamíferos caracterizados por una bolsa situada en el abdomen de las hembras, donde se transportan las crías recién nacidas). Estos hallazgos componen una de las faunas neógenas más diversas de América del sur (Goin, 1997). Este grupo incluía desde animales de tamaño pequeño semejantes a un zorro, hasta grandes animales semejantes a lobos y hienas. El diente de sable, *Anachlysictis gracilis*, (Figura 2-30) era marsupial, tenía el tamaño de un jaguar, los grandes colmillos de la mandíbula superior estaban protegidos por un reborde en la mandíbula inferior, la especialización de sus colmillos indica hábitos predadores especialmente adaptados para cazar y derribar grandes presas (Mendoza, 2013).

2.4.7.10. Ejemplar 10

Paleontología sistemática reportada por Forasiepi *et al.* (2003).

Orden: Sparassodonta (Ameghino 1894)
 Familia: Borhyaenidae (Ameghino 1894)
 Subfamilia: Prothylacyninae (Ameghino 1894)
 Género: *Lycopsis* (Cabrera 1927)

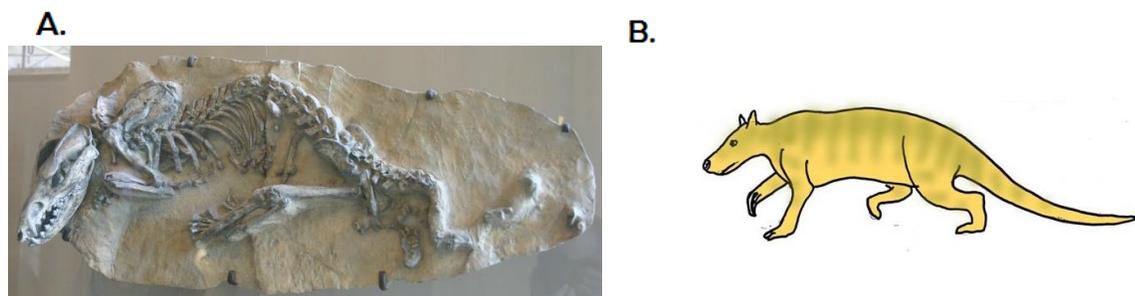
Lycopsis longirostris (Marshall 1977)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Los marsupiales comprenden una pequeña pero significativa fauna del yacimiento de la Venta, Huila (Marshall, 1977). Durante el Cenozoico, la zona adaptativa de los mamíferos,

fue ocupada en América del sur y Australia por metaterios (marsupiales), mientras que en los continentes del norte y África vivieron mamíferos euterios (placentados) (Forasiepi, *et al.*, 2003). El género *Lycopsis* (Figura 2-31) está integrado por tres especies que provienen desde el Mioceno inferior al superior y cuya distribución geográfica se extiende desde Colombia en el norte hasta La Patagonia en el sur (Forasiepi *et al.* 2003). La subfamilia Prothylacyninae, comprende formas de mediano a gran tamaño, de hábitos posiblemente carnívoros a omnívoros (Marshall, 1977).

Figura 2-29: *Lycopsis longirostrus*: A, fósil (Tomada de: <http://www.geol.umd.edu.com>); B, Reconstrucción del género, (tomada de: <http://bio.sunyorange.edu/updated2/summaries/prehist/mammals.htm>).



2.4.7.11. Ejemplar 11

Paleontología sistemática con base en MGNJRG.

Orden: Pilosa (Flower, 1883)
 Familia: Megatheriidae (Gray, 1821)
 Género: *Eremotherium* (Spillman, 1948)

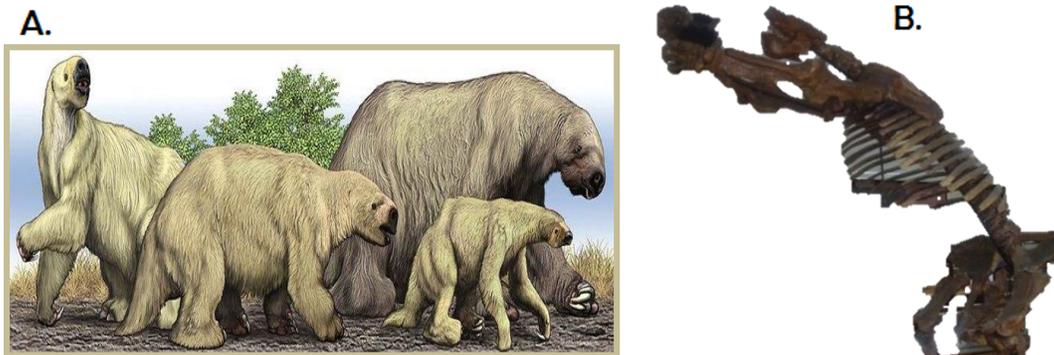
Eremotherium rusconii (Schaub 1935)

Procedencia geográfica: Quebrada Las Lajas, Villavieja (Huila).
 Tiempo geológico: Neógeno, Pleistoceno superior.

Los megaterios eran perezosos terrestres pertenecientes al superorden Xenarthra, un grupo de animales de origen suramericano, El nombre megaterio proviene del latín mega que significa grande y therium que quiere decir bestia. Los megaterios alcanzaban alturas de 4 a 6 metros y pesos superiores a 3 toneladas, constituyéndose en uno de los grupos de mamíferos terrestres más grandes que han existido. Sus estructuras óseas y

musculares estaban perfectamente diseñadas para soportar un gran peso y aun así permitir que estos grandes animales pudiesen erguirse (MGNJRG).

Figura 2-30: *Eremotherium rusconii* A. Fósil de esqueleto B. Reconstrucción de un grupo de megaterios, (En folletos divulgativos MGJRG).



El género *Megatherium* se diferenciaba del *Eremotherium* (Figura 2-32), en la estructura de la parte delantera del pie, el *Megatherium* tenía cuatro dedos bien desarrollados en las patas delanteras, con garras en el segundo, tercero y cuarto dígito, mientras que el *Eremotherium* tenía solo tres dedos plenamente desarrollados en las patas delanteras, con garras situadas en el tercero y cuarto dígito (MGNJRG).

2.4.7.12. Ejemplar 12

Paleontología sistemática de acuerdo con Domming (1997).

Orden: Sirenia (Illiger 1811)
 Familia: Trichechidae (Gill 1872)
 Subfamilia: Trichechinae (Gill 1872)
 Género: *Potamosiren* (Reinhart 1951)

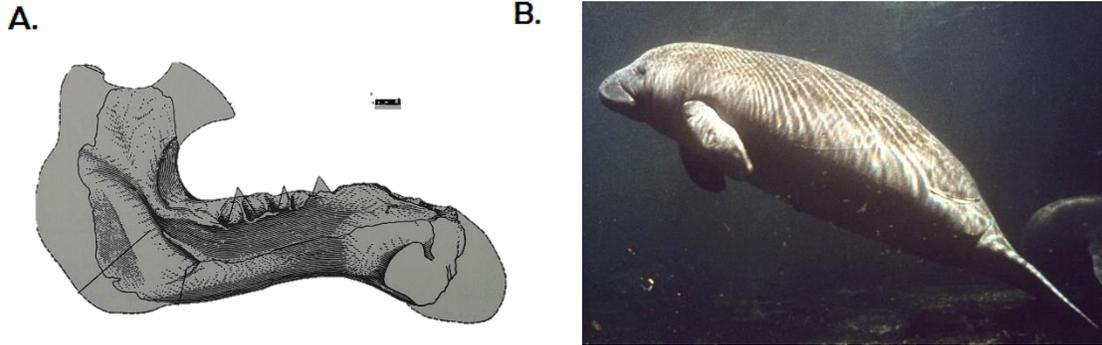
Potamosiren magdalenensis (Reinhart 1951)

Procedencia geográfica: yacimiento de La Venta, desierto de La Tatacoa (Huila).
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Los fósiles de orden Sirenia, conocidos como manatís (Figura 2-33), son poco conocidos según Domming (1997), este autor explica que con base en dientes aislados, es posible proponer como hipótesis un escenario evolutivo que explica tanto la reducción del tamaño de los molares y la gruesa capa de esmalte que rodea las coronas, como la evolución de

molares de remplazo interminable, como adaptaciones a una dieta de plantas gramíneas acuáticas silicificadas.

Figura 2-31: *Potamosiren magdalenensis* A, mandíbula izquierda, escala 1cm, (Modificada de Domming, 1997); B, Representante actual de la familia Trichechidae, (Tomada de: <https://es.wiki2.org/wiki/Trichechus>).



2.4.7.13. Ejemplar 13

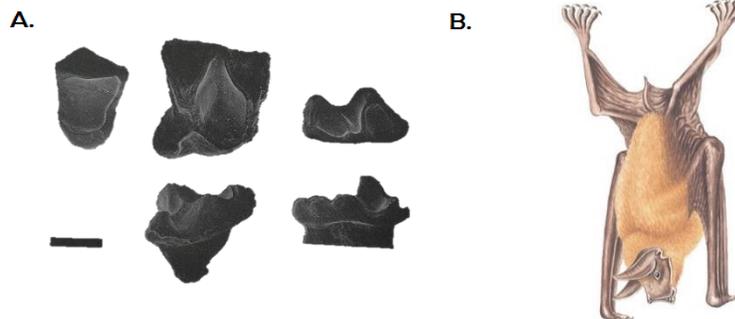
Paleontología sistemática reportada por Czaplewski (1997).

Orden: Chiroptera (Blumenbach 1779)
 Familia: Noctilionidae (Gray 1821)
 Género: *Noctilio* (Linnaeus 1766)

Noctilio albiventris (Desmarest 1818)

Procedencia geográfica: Desierto de la Tatacoa (Huila), Formación Villavieja.
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-32: *Noctilio albiventris* A, Dientes, escala 1mm (modificada de Czaplewski, 1997); B, dibujo de Suarez 1999, (fuente: <http://atta2.inbio.ac.cr/neoportaweb/species/Noctilio%20albiventris>)



Con pocas excepciones, los murciélagos del Grupo Honda (Figura 2-34), eran insectívoros en sentido estricto. Los murciélagos de este grupo también corroboran evidencias de vegetación boscosa, sin embargo con estos hallazgos no son suficientes para refutar la existencia de sabanas o zonas abiertas dentro del bosque (Czaplewski, 1997).

2.4.7.14. Ejemplar 14

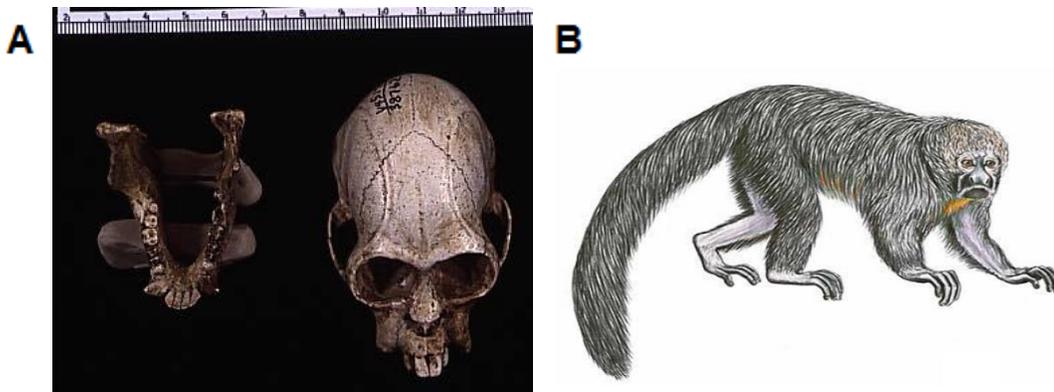
Paleontología sistemática con base en MGNJRG.

Orden: Primates (Linnaeus 1758)
 Infraorden: Platyrrhini (Geoffroy 1812)
 Familia: Pitheciidae (Mivart 1865)
 Género: *Cebupithecia* (Stirton & Savage 1950)

Cebupithecia sarmientoi (Meldrum & Kay 1997)

Procedencia geográfica: Desierto de la Tatacoa (Huila), Formación La Victoria.
 Tiempo geológico: Neógeno, Mioceno.

Figura 2-33: *Cebupithecia sarmientoi*. A, cráneo (Tomada de: <http://www.ucmp.berkeley.edu/tertiary/mio/laventa/cibutop.jpg>); B, representante actual de la familia Pitheciidae (Tomada de Defler, 2010).



La especie *Cebupithecia sarmientoi* (Figura 2-35), tenía un tamaño aproximado al género actual *Pithecia* de 30 a 70 cm, con 2 a 3 Kg, varios autores reportados por Defler (2010), creen que *Cebupithecia sarmientoi* definitivamente está relacionada con el género *Pithecia* debido a sus grande incisivos superiores. Algunos fragmentos de esqueleto sugieren también que era un animal saltador como *Pithecia*, que poseía vertebras torácicas flexibles, cola larga no prensil y otros rasgos asociados a las adaptaciones para agarrar y saltar.

3. Capítulo 3: Propuesta didáctica.

En este capítulo se muestra la propuesta didáctica como resultado del presente trabajo. Se describen dos actividades: la primera corresponde a un juego didáctico llamado “COLECTANDO FÓSILES” y la segunda concerniente a la elaboración de moldes a partir de fósiles reales.

3.1. Marco Pedagógico.

La propuesta didáctica se desarrolló con base en el modelo de escuela activa, de acuerdo con el modelo pedagógico adoptado por el I. E.D. Villamar, institución donde se aplicó la propuesta. Adicionalmente se consideran algunas características de los juegos didácticos como medio de aprendizaje. Finalmente se exponen los estándares nacionales de ciencias naturales, para ciclo cuatro, que tiene relación con el concepto de fósil.

3.1.1. Escuela Activa.

La escuela activa es un modelo pedagógico que surge como alternativa al modelo tradicional. Su doctrina se fundamenta en la acción y la experiencia, en este modelo el educando tiene una conducta activa. John Dewey (1859-1952) citado por De Zubiría (2006), es considerado el padre de la escuela activa, basado en las siguientes ideas: La educación debía ser científica, así mismo la escuela debía convertirse en un laboratorio social de acuerdo con un método experimental. También Dewey afirmaba que la educación permite adquirir diversos aprendizajes a través de la experiencia acumulada (De Zubiría, 2006).

De Zubiría (2006), aclara que el modelo activista se caracteriza por elementos como: El estudiante aprende a partir de la manipulación, la experimentación, la invención, el descubrimiento. Este modelo consiste en la manipulación y el aprender haciendo y el

aprendizaje depende de la experiencia. De igual forma los recursos permiten la manipulación y la experimentación, de tal manera que se invoquen los sentidos y se garantice el aprendizaje y el desarrollo de las capacidades individuales.

3.1.2. Juegos Didácticos.

López & Bautista, (2002) indican que los juegos didácticos constituyen una estrategia para el aprendizaje y la comunicación, entendiéndose como aprendizaje un cambio significativo y estable que se realiza a través de la experiencia.

Bautista (2000), propone criterios didácticos en el diseño de materiales y juegos como son: Coherencia con el proyecto curricular, adecuación al contexto, coherencia con las intenciones educativas y con las bases psicopedagógicas y rigor científico.

Por su parte Chacón (2008), afirma que un juego didáctico se estructura con reglamentación que incluye momentos de acción y reflexión que conducen a una apropiación abstracta y lógica.

3.1.3. Estándares básicos en Ciencias Naturales.

Esta propuesta está enmarcada dentro de los parámetros expuestos en los Estándares Básicos de Ciencias Naturales (MEN, 2004, p. 20), en dicho documento existen estándares relacionados con el concepto de fósil, los cuales se relacionan en la tabla 3-1. Incluir la enseñanza de hallazgos fósiles complementa y enriquece el desarrollo de dichos estándares.

Tabla 3-1: Estándares básicos en Ciencias Naturales.

Manejo conocimientos propios de las ciencias naturales. Entorno Vivo.	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.

3.2. Juego: COLECTANDO FÓSILES.

Se trata de un juego de mesa cuyo tablero representa el tiempo geológico. Los jugadores al hacer el recorrido deben ir colectando fósiles colombianos representados en tarjetas, el ganador será aquel que tenga mayor número de fósiles para entregar al museo, al final del juego.

3.2.1. Propósito formativo del juego

El juego “Colectando fósiles” permite a los participantes aprendizaje en los siguientes aspectos:

- Mejorar la comprensión del tiempo geológico, identificando las divisiones de la escala como; eón, era y periodo. Además permite ampliar la idea de tiempo geológico utilizando cifras en millones de años.
- Conocer diversos fósiles hallados en Colombia con sus características.
- Complementar y ampliar referentes sobre el concepto de fósil.

3.2.2. Elementos del juego:

- 1 tablero. (Figura 3-1) Medidas: 60 centímetros por 60 centímetros.

El tablero tiene 69 casillas, organizadas cronológicamente de los eventos más antiguos a los más recientes, distribuidas así:

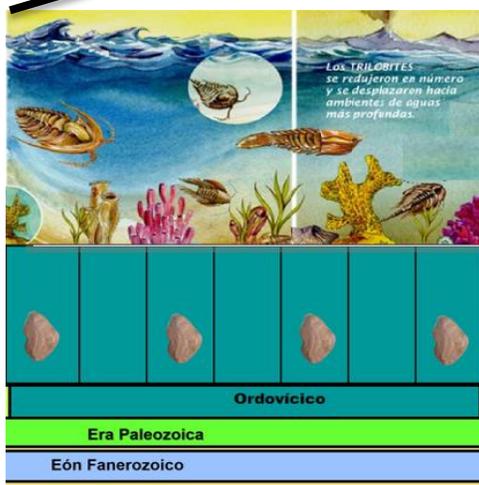
8 casillas	34 casillas	19 casillas	8 casillas
Eón Precámbrico	Era Paleozoica	Era Mesozoica	Era Cenozoica

Los colores de las casillas corresponden a las divisiones geológicas de la tabla cronoestratigráfica internacional, las divisiones de la tabla, están determinadas por las propiedades de las capas de rocas y también por la variación en el registro fósil.

Cada casilla del eón Precámbrico equivale a (500'000.000) quinientos millones de años, mientras que las demás casillas equivalen a (10'000.000) diez millones de años. 30 casillas del juego están señaladas con una roca sedimentaria.

En los bordes del tablero se describe el Eón, la Era y el Periodo geológico al que pertenece cada casilla.

Figura 3-1. Tablero del juego COLECTANDO FÓSILES.



➔ Imagen del período Geológico.

➔ Casilla con roca sedimentaria.

➔ Escala de tiempo Geológico

Hacia la parte interna del tablero se pueden observar imágenes representativas de los periodos geológicos.

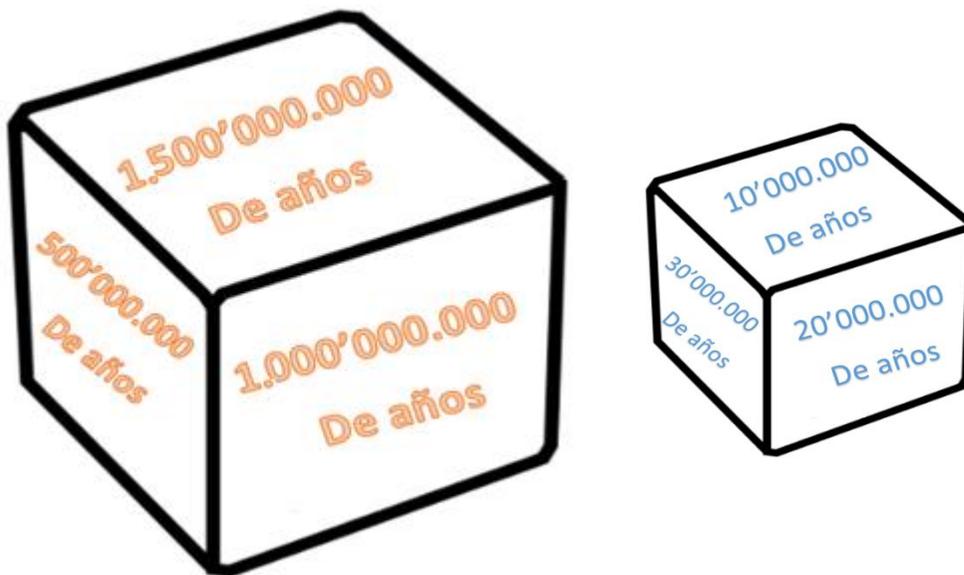
En una esquina del tablero, se ubican las tarjetas que contienen la descripción de los fósiles al inicio del juego.

En el centro del tablero está el museo, destino final de los fósiles colectados.

- 2 dados con cifras de millones de años; (Figura 3-2), el dado más grande solo debe ser usado en las casillas del Precámbrico ya que contiene cifras mayores: desde (500'000.000) quinientos millones de años hasta (1500'000.000) mil quinientos millones de años.

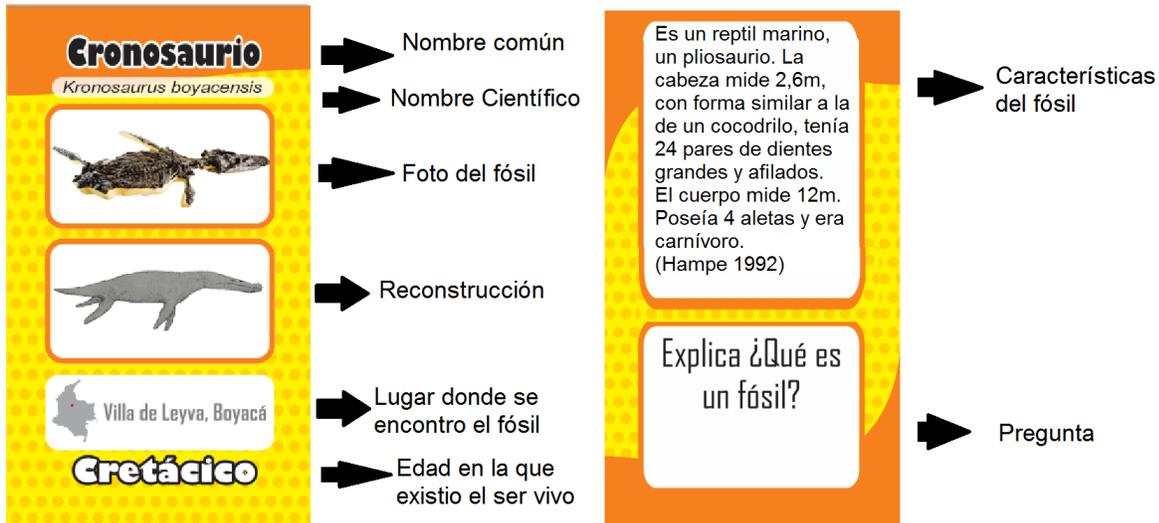
El dado pequeño se debe utilizar en el resto de las casillas, este contiene cifras desde (10'000.000) diez millones de años hasta (60'000.000) sesenta millones de años.

Figura 3-2. Dados del juego COLECTANDO FÓSILES.



- 30 tarjetas con diversos fósiles hallados en Colombia (Figura 3-3). (Anexo 2)
En la parte delantera cada tarjeta contiene: el nombre del fósil, imágenes del fósil y de la reconstrucción, el lugar donde fue hallado y el periodo geológico correspondiente.
En la parte posterior se describen características del fósil y al final hay una pregunta.
- 6 fichas de diferente color, una para cada jugador.

Figura 3-3: Explicación del contenido en las tarjetas del juego.



- 1 tarjeta de respuestas: Contiene las respuestas correctas a las 30 preguntas hechas en las tarjetas de fósiles (esta tarjeta la usa únicamente el moderador del juego).

3.2.3. Instrucciones del juego:

Previo al inicio del juego, se debe elegir un moderador, quien ira confirmando si la respuesta a la preguntas es correcta o no, e ira entregando los fósiles a los jugadores.

- Cada jugador elige un color de ficha y la ubica en la salida del tablero.
- El orden de salida de los jugadores se hará de acuerdo con los resultados obtenidos en un lanzamiento del dado pequeño, organizando los turnos de mayor a menor.
- Establecido el orden, cada jugador lanza el dado grande y avanza con su ficha únicamente hasta que finalice el Eón Precámbrico. Una vez que un jugador empiece el eón Fanerozoico debe cambiar de dado y continuar lanzando solamente el dado pequeño.

- d. Cuando un jugador se detenga en una casilla que contiene una roca sedimentaria, tiene derecho a coleccionar un fósil, este jugador debe pedir al moderador que le dé una tarjeta, luego el jugador la lee en voz alta y debe responder la pregunta que allí aparece.

Si la respuesta es correcta el jugador se puede quedar con la tarjeta, de lo contrario la debe devolver al moderador.

Cabe aclarar que las preguntas no demandan respuestas de memoria, las respuestas se pueden inferir y deducir a partir de la información que el juego contiene.

- e. Una vez todos los jugadores hayan llegado al final de recorrido, deben contar el número de fósiles que lograron coleccionar y llevarlos al museo, ganará el jugador que más número de fósiles tenga.

3.3. Moldes de amonitas

Los moldes de fósiles, resultan bastante útiles como material didáctico, por tal motivo, fueron seleccionados siete fósiles de amonitas con diversas características morfológicas, y se realizaron moldes de tamaño real. Todos los ejemplares seleccionados fueron hallados en Colombia y pertenecen a la Colección Paleontológica del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional de Colombia.

3.3.1. Propósito formativo

La elaboración de moldes a partir de fósiles reales de amonitas, halladas en Colombia, tiene los siguientes objetivos:

- Reconocer características de las amonitas.
- Describir la morfología de las amonitas.
- Realizar un ejercicio práctico de clasificación morfológica.

3.3.2. Materiales

- Improntas en plastilina hechas con fósiles de amonitas seleccionados.
- Yeso de odontología.
- Agua.
- Recipiente para mezclar.

- Pincel.
- Aceite o jabón líquido.
- Regla.
- Ficha de descripción de amonitas.
- Guía para el ejercicio de clasificación.

3.3.3. Procedimiento

- Las improntas de plastilina se usan como moldes externos, con el pincel se extiende una capa de aceite o de jabón líquido en el interior de los moldes, esto con el fin de desprenderlos de forma fácil cuando se seque el yeso.
- Se prepara el yeso mezclándolo con agua.
- Se rellenan los moldes de plastilina con la mezcla de yeso, se deja secar mínimo 1 hora.
- Una vez secos, se separa el yeso de la plastilina, obteniendo así réplicas de fósiles reales de amonitas.
- Posteriormente se describen las características de cada amonita en la ficha correspondiente (Figura 3-4).
- Finalmente se desarrolla la guía con el ejercicio de clasificación (anexo C).

Figura 3-4: Ficha para descripción de Amonitas.

Número: _____
Lugar de Colombia donde fue hallada: _____
Tamaño: _____
Característica del Ombligo: (Involuta, evoluta o intermedia) _____
Forma de las costillas: _____
Cantidad de costillas: _____
Presencia de tubérculos o espinas: _____

3.4. Aplicación de la propuesta didáctica.

Se aplicó el juego de mesa y la actividad con fósiles de amonitas, a estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar (fotografías: 3-1, 3-2, 3-3 y 3-4). Durante

el desarrollo de las dos actividades, se empleó la metodología de Investigación acción en el aula, haciendo una observación durante la ejecución de las actividades, acompañada de una entrevista informal a los estudiantes, posteriormente se solicitó que definieran el concepto de fósil de forma escrita.

Fotografía 3-1: Estudiantes participando en el juego: Colectando fósiles.



- **Observación:**

Durante el desarrollo del juego de mesa: Colectando Fósiles, los estudiantes se notaron muy inquietos e interesados en las reglas del juego, posteriormente se cuestionaron sobre las cifras de los dados y sobre cómo mover las fichas, con el transcurrir del juego se hizo más fácil la interpretación de las cifras de los dados y de las casillas del tablero en millones de años. Cuando llegaban a una casilla en la cual tomaban un fósil, observaban la imagen y la información, posteriormente intentaban responder la pregunta de forma acertada para lograr quedarse con la tarjeta del fósil. Simultáneamente manifestaban dudas al tener que resolver preguntas sobre las divisiones del tiempo geológico, pero notaban que al observar con detenimiento las casillas del tablero, era posible inferir las respuestas y en muchas ocasiones respondieron de forma acertada.

Fotografía 3-2: Estudiantes realizando moldes de fósiles de amonitas.



Fotografía 3-3: estudiantes observando moldes de fósiles de amonitas.



Del mismo modo, los estudiantes se notaban sorprendidos al leer detalles que llamaban su atención, como el gran tamaño de algunos fósiles, o fósiles que tenían formas poco comunes, e incluso se mostraban emocionados al reconocer algunos lugares de Colombia mencionados en las tarjetas, donde fueron hallados los fósiles.

En cuanto a la elaboración de moldes de fósiles de amonitas, se inició con la preparación del yeso y el vaciado de los moldes, esta actividad resulto muy divertida para los estudiantes, quienes manipularon muy activos los moldes. Al mismo tiempo iban notando que aunque los moldes tenían forma similar, ninguno era igual a otro, por el contrario al observar detenidamente se encontraban varias características distintas. Hacían varias preguntas, como ¿De dónde se obtuvieron los fósiles? ¿De qué animal eran los fósiles? o ¿Cómo se denominaban ese tipo de fósiles? así que, mientras se elaboraban los moldes, se fue haciendo una explicación de las características generales y de la morfología de las amonitas.

Una vez los moldes estaban listos, los estudiantes realizaron la descripción de los siete moldes de amonitas, en la ficha previamente diseñada para tal fin, con la orientación del docente. Por último los estudiantes debían resolver la guía que contenía una propuesta de clasificación con las amonitas trabajadas. Al inicio de esta actividad la mayoría de estudiantes se notaban confundidos y era difícil encontrar el criterio por el cual se habían agrupado las amonitas en los diferentes conjuntos, pero después de observar con más detenimiento, lograron encontrar que la forma del ombligo era el primer criterio para clasificarlas. Con esta guía los estudiantes iban desarrollando habilidades como la observación, la descripción, la diferenciación y la clasificación.

En general los estudiantes se observaban motivados y activos, mientras aprendían desarrollando las dos actividades con agrado.

Al terminar las actividades se realizaron tres preguntas a los estudiantes de forma verbal:

1. ¿Qué aprendiste con el juego: Colectando fósiles y con la guía de amonitas?
2. ¿Qué fósil llamó más tu atención?
3. ¿Qué aprendiste sobre el tiempo geológico?

Las respuestas relevantes que dieron los estudiantes, se muestran en las figuras 3-5, 3-6 y 3-7. Respecto a la primera pregunta, se observa en general que los estudiantes reconocen ejemplos, sobre información obtenida a partir del registro fósil. En primer lugar, logran deducir ciertas condiciones del medio en el cual habitaron las especies fosilizadas. En segundo lugar se comparan las características de especies extintas con las de especies actuales. Por último, sobre las respuestas a la segunda pregunta, los estudiantes recordaron ejemplos de fósiles que han sido hallados en Colombia.

En cuanto a las afirmaciones de los estudiantes sobre el tiempo geológico, se observa que identificaron las divisiones de la escala, adicionalmente extendieron su referente de tiempo geológico en cifras de millones de años. Finalmente se solicitó que de forma escrita definieran el concepto de fósil. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 3-2. Las respuestas son variadas, pero todas tienen ideas correctas y más completas que aquellas que dieron en el diagnóstico inicial de este trabajo, mostrando que se logró ampliar los referentes sobre el concepto de fósil.

Figura 3-5: Respuestas de estudiantes a la pregunta ¿Qué fósil llamó más tu atención?



Figura 3-6: Respuestas de estudiantes a la pregunta ¿qué aprendiste con el juego: Colectando fósiles y con la guía de amonitas?

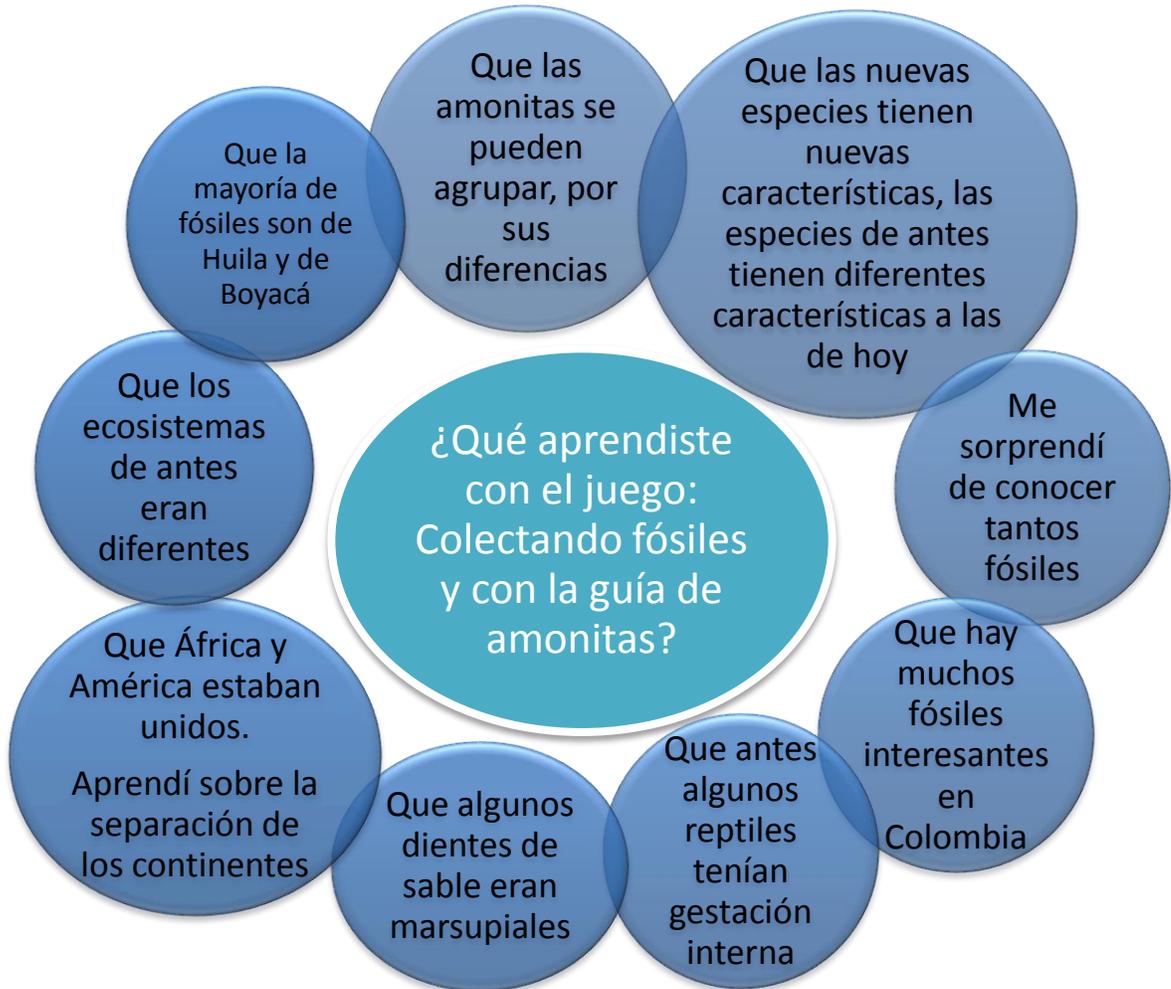


Figura 3-5: Respuestas de estudiantes a la pregunta ¿Qué aprendiste sobre el tiempo geológico?



Tabla 3-2: Respuestas de estudiantes sobre el concepto de fósil.

Respuestas De Estudiantes Sobre Concepto De Fósil
Un fósil es una pista que dejan antepasados, como huesos, excremento y dientes, estos nos pueden enseñar cómo vivían, como murieron y como eran.
Son restos encontrados de seres vivos antiguos o de eras pasadas.
Es un conjunto de restos encontrados en un terreno donde existieron seres vivos y luego se fosilizaron.
Es lo que queda o fue de algún ser vivo, los fósiles ayudan a una investigación para seguir averiguando sobre la evolución.
Los fósiles son restos encontrados como; caparazón huesos, cuernos y escamas.
Un fósil son los restos de seres vivos que vivieron en el pasado, sirven para comprobar que si existieron y como eran.
Son los restos que quedan de un ser vivo que estuvo vivo.
Es una caracterización de algún resto de un ser vivo, al transcurrir millones y millones de años.
Un fósil son los restos de seres vivos conservados por el tiempo y que hoy en día se encuentran.
Una parte o varias de un ser vivo que existió hace millones de años.
Es la parte de un ser vivo que cuando se muere, se conserva y sirve para hacerle estudios y averiguar muchas cosas.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- El juego llamado: Colectando Fósiles, junto con la guía de clasificación de moldes de amonitas a partir de fósiles reales, constituyen una propuesta didáctica, que contribuye a la divulgación del conocimiento sobre el patrimonio paleontológico nacional, así como al desarrollo de estándares educativos y lineamientos curriculares de ciencias naturales, propuestos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- La propuesta didáctica realizada para abordar el estudio de fósiles hallados en Colombia, se estableció como una alternativa de enseñanza, que cumple con las características del modelo de escuela activa.
- Los estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar, lograron reconocer y caracterizar alrededor de treinta fósiles distintos, hallados en varios lugares de Colombia, a partir de la propuesta didáctica diseñada en el presente trabajo.
- La aplicación del juego didáctico: Colectando Fósiles, permitió que los estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar, reconocieran y diferenciaran adecuadamente las divisiones de la escala del tiempo geológico.
- A partir de los resultados obtenidos durante la aplicación de la propuesta didáctica, es posible concluir que los estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar, aclararon y ampliaron sus conocimientos sobre el concepto de fósil.

4.2. Recomendaciones

Aunque la propuesta didáctica está dirigida a estudiantes de ciclo cuatro de la Institución Educativa Distrital Villamar, puede ser aplicada en otras instituciones educativas, incluso en estudiantes de otros ciclos, haciendo las adecuaciones necesarias.

Posterior al desarrollo de las actividades que conforman esta propuesta, se generan muchas inquietudes alrededor de los temas que involucra tanto el juego de mesa, como la actividad con los moldes de fósiles, por tal motivo es recomendable incorporar espacios adicionales donde se explique y complemente la información sobre los fósiles y así enriquecer el proceso de aprendizaje, ya sea con lecturas especializadas, visitas a museos y exposiciones, entre otros.

Se recomienda continuar con la construcción de estrategias de divulgación del patrimonio paleontológico nacional, puesto que son numerosos los hallazgos de fósiles en el territorio colombiano. Adicionalmente estrategias de este tipo, permiten enriquecer la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica.

Anexo A: Guía diagnóstico concepto de fósil.

1. Observar con atención las siguientes fotografías, encerrar en un círculo las que son fósiles y marcar con una x las que NO:

<p style="text-align: center;">IMAGEN 1</p> 	<p style="text-align: center;">IMAGEN 2</p> 
<p style="text-align: center;">IMAGEN 3</p> 	<p style="text-align: center;">IMAGEN 4</p> 
<p style="text-align: center;">IMAGEN 5</p> 	<p style="text-align: center;">IMAGEN 6</p> 
<p style="text-align: center;">IMAGEN 7</p> 	<p style="text-align: center;">IMAGEN 8</p> 

Nombre de estudiante: _____ Curso: _____

2. Observa la foto del fósil del saurio marino, y luego responde las preguntas.

En el año 1977, cerca de Villa de Leyva, Boyacá, un campesino se encontró un fósil, es el fósil de un reptil marino, conocido como cronosaurio que mide siete metros desde la boca hasta la cola, la sola cabeza mide dos metros y medio. El cronosaurio era un reptil de cabeza grande y cuello corto, tenía dientes grandes y fuertes, tenía también cuatro aletas para moverse en el agua.



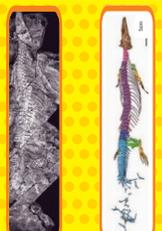
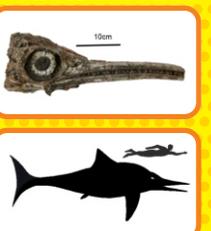
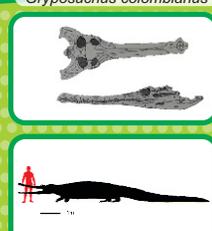
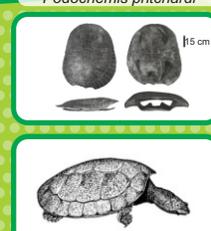
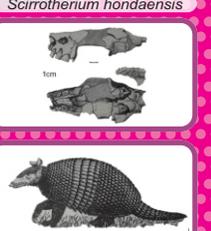
Tomado de: http://www.villadeleyva.net/act_visita_alrededores.php (Octubre 18, 2014)

- Con tus palabras trata de explicar.
- A ¿qué es un fósil?:
 - B ¿Hace cuánto tiempo crees que vivió el cronosaurio?
 - C ¿Por qué crees que solo se encontraron los huesos, que paso con la piel, los músculos y las otras partes del cuerpo del cronosaurio?
 - D Te puedes dar cuenta que un fósil se parece a una piedra, ¿Cómo podrías diferenciar una piedra o roca de un fósil?

Fuentes de fotografías utilizadas en la guía diagnóstico

- Imagen 1: Árbol. (*Ceiba pentandra*)
Fuente=<http://biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/dfm/metas/view/13077>
- Imagen 2: Huellas de dinosaurio. Fuente= fosilesyhuellas.blogspot.com
- Imagen 3: Esqueleto de dinosaurio. Fotografía obtenida en: Australian Museum
- Imagen 4: Esqueleto de un perro. (*Canis lupus familiaris*) Fotografía obtenida en: Australian Museum.
- Imagen 5: Dientes fósilizados de tiburón.
Fuente=<http://servicios.educarm.es/paleontologia/quimifosi.html>
- Imagen 6: Huellas de plantas en una roca Fotografía obtenida en: Australian Museum.
- Imagen 7: Concha de Almeja. (*Codakia orbicularis*)
Fuente=<http://www.taxateca.com/ordenveneroida.html>
- Imagen 8: Caracol común. (*Helix aspersa*)
Fuente=<http://www.caracoles.com/especies-de-caracoles/helix-aspersa/>

B. Anexo: Fichas de juego

<p>Mosasauro <i>Eonatator coellensis</i></p>  <p>Coello, Tolima</p> <p>Cretácico</p>	<p>Yaguarasaurio <i>Yaguarasaurus colombianus</i></p>  <p>Yaguará, Huila</p> <p>Cretácico</p>	<p>Cronosaurio <i>Kronosaurus boyacensis</i></p>  <p>Villa de Leyva, Boyacá</p> <p>Cretácico</p>	<p>Elasmosaurio <i>Callawayasaurus colombiensis</i></p>  <p>Villa de Leyva, Boyacá</p> <p>Cretácico</p>	<p>Ictiosaurio <i>Platypterygius sachicarum</i></p>  <p>Sáchica, Boyacá</p> <p>Cretácico</p>
<p>Gavial <i>Gryposuchus colombianus</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Tortuga gigante <i>Podocnemis pritchardi</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Titanoboa <i>Titanoboa cerrejonensis</i></p>  <p>Cerrejón, Guajira</p> <p>Paleógeno</p>	<p>Astrapoterio <i>Granastropotherium snorki</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Notoungulado <i>Huilatherium pluriplicatum</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>
<p>Interaterido <i>Miocochillus anomopodus</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Mastodonte <i>Stegomastodon waringi</i></p>  <p>Turbaná, Bolívar</p> <p>Cuaternario</p>	<p>Gliptodonte <i>Neoglyptatelus originalis</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Armadillo gigante <i>Scirotherium hondaensis</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Dientes de sable, marsupial <i>Anachlysictris gracilis</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>
<p>Manatí <i>Potamosiren magdalenensis</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Murciélago <i>Noctilio albiventris</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Mico Volador <i>Cebupithecia samientoi</i></p>  <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Erizo de mar. <i>Pseudocidaritis cf. clunifera</i></p>  <p>Firavitoba, Boyacá.</p> <p>Cretácico</p>	<p>Cangrejo. <i>Cenomanocarcinus vanstraeleni</i></p>  <p>Pesca - Boyacá.</p> <p>Cretácico</p>

El cuerpo es muy similar a un delfín actual, por esto se asume que los ictiosaurios fueron rápidos nadadores. La forma de los dientes es útil para romper esqueletos duros, se alimentaban de amonitas y calamares (MGNJRG).

Los Elasmosaurios son reptiles de cuello largo y cabeza pequeña, tienen aletas para nadar, se alimentaban de peces y cefalópodos (amonitas) a los que cazaban moviendo rápidamente la cabeza (MGNJRG).

Fue un reptil marino, un pliosaurio, la cabeza medía 2,36 m con forma similar a la de un cocodrilo, tenía 24 pares de dientes grandes y afilados. El cuerpo medía 12 m, poseía 4 aletas, era carnívoro (Hampe 1992).

Fue un reptil marino, nadador veloz, medía 5 m, se alimentaba de peces, amonitas y otros reptiles de menor tamaño. La forma del cráneo corresponde a una de las más primitivas entre los mosasaurios (MGNJRG).

Es el espécimen de mosasaurio halisauriano más completo conocido hasta ahora en el mundo, mide 2,8 m. En el abdomen hay restos de otros individuos pequeños, posibles embriones, evidencias de gestación

5. Los delfines son mamíferos y los ictiosaurios eran reptiles ¿Por qué crees que tienen la forma del cuerpo similar?

4. ¿Cuál podría ser la utilidad del cuello del elasmosaurio?

3. Explica ¿Qué es un fósil?

2. ¿Por qué se llama yaguarasaurio?

1. ¿Qué es la gestación interna?

Es un mamífero herbívoro, de tamaño mediano, la familia alcanza su gran diversidad durante el Oligoceno en Sur América (Villarroel & Colwell, 1997).

Ni rinoceronte ni elefante, el astrapoterio era un herbívoro grande, medía 1,70 m, tenía caninos de gran tamaño que empleaba para defensa, y poseía una trompa alargada

Las vértebras de Titanoboa, son las más grandes encontradas tanto en serpientes actuales como fósiles, es considerada como el vertebrado, no marino, más grande entre el paleoceno y el eoceno temprano (HEAD et al.

La fauna fósil de tortugas del Huila, es la más diversa que se conoce hasta ahora para América del sur, el género *Podocnemis*, tiene un caparazón aplastado de arriba abajo (Conant 1997).

El cráneo fosilizado, posee en total 70 dientes, estos animales llegaron a América del sur desde África, cruzando el Atlántico sur en el Eoceno medio o aún antes (Langston & Gasparini 1997).

10. Falso o verdadero: Los fósiles son útiles para reconstruir las condiciones ambientales pasadas.

9. ¿Cuál de los siguientes periodos es de la era Mesozoica?
a. Cuaternario.
b. Pérmico.
c. Triásico

8. ¿El nombre específico: *Correjonensis*, a que se refiere?

7. Menciona 4 partes de seres vivos, que tengan posibilidad de fosilizarse.

6. ¿En el Eoceno (Paleogeno), los continentes de América del sur y África estaban separados?

El dientes de sable marsupial, tenía el tamaño de un jaguar, los grandes colmillos indican hábitos predadores especialmente adaptados para cazar y derribar grandes presas (Mendoza, 2013).

Los armadillos gigantes poseen un caparazón con una serie de divisiones. Este es uno de los más antiguos, ya que posee dentadura primitiva (Edmund & Theodor, 1997).

Los gliptodontes, al igual que los armadillos se caracterizan por poseer un caparazón óseo y adaptaciones para la dieta herbívora. Diferentes grupos habitaron toda Suramérica durante más de 35 millones de años

Es una especie de mamíferos extintos exclusiva de Colombia, fueron herbívoros terrestres de tamaño mediano o pequeño, la forma de sus patas sugiere que fueron corredores de cortas distancias

Los mastodontes fueron mamíferos herbívoros, se caracterizaron principalmente por tener un cráneo con bóveda alta y colmillos curvados hacia arriba y hacia adentro, los cuales usaban como defensa (MGNJRG).

15. ¿Qué es un marsupial?

14. ¿En qué tipo de rocas se encuentran los fósiles?
a. Ígneas.
b. Sedimentarias.
c. Metamórficas.

13. ¿Cuántos periodos comprende la era Paleozoica?

12. ¿Cuál de los siguientes periodos pertenece a la era Paleozoica?
a. Triásico.
b. Paleoceno.
c. Ordovícico

11. ¿Cuántos eones existen en toda la escala del tiempo geológico?

Cangrejo caracterizado por un caparazón hexagonal, más ancho que largo. Posee dientes redondeados y pinzas de igual tamaño provistas de espinas (Vega et al. 2007).

Los erizos de mar, poseen un esqueleto compuesto de numerosas hileras de placas, la boca está localizada en la parte inferior y el ano en la parte superior (Camacho et al. 2007).

Medía de 30 a 70 cm, y pesaba de 2 a 3 Kg, tenía grandes dientes incisivos, era un animal saltador, poseía vértebras flexibles, cola larga no prensil y otros rasgos asociados a las adaptaciones para agarrar y saltar (Deffer.

Los fósiles de murciélagos hallados en el Huila, son evidencias de la existencia de vegetación boscosa, estos murciélagos eran insectívoros (Zaplewski, 1997).

Los fósiles de manatís son poco conocidos, los molares pequeños y la gruesa capa de esmalte que rodea las coronas, son adaptaciones para alimentarse de plantas acuáticas (Domming 1997).

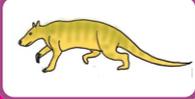
20. Falso o verdadero: A partir de los dientes fosilizados de un animal, se puede deducir su tipo de alimentación.

19. ¿Por qué es poco probable, encontrar las partes blandas de los seres vivos fosilizadas?

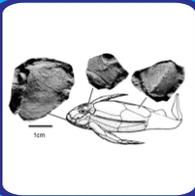
18. ¿Cuál es la ciencia que estudia los fósiles?
a. Geología.
b. Biología.
c. Paleontología.

17. ¿Cuántos millones de años pasaron desde el inicio del periodo Carbonífero, hasta el inicio del periodo Cretácico?

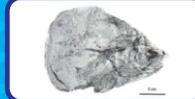
16. ¿Qué puedes deducir, si encuentras un fósil de un animal acuático, en un lugar que actualmente es terrestre?

<p>Marsupial de rostro alargado</p> <p><i>Lycopsis longirostrus</i></p>   <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Perezoso gigante</p> <p><i>Eremotherium rusconii</i></p>   <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>
---	---

<p>Caimán gigante</p> <p><i>Purussaurus neivensis</i></p>   <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Cocodrilo cazador</p> <p><i>Sebecus huilensis</i></p>   <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>
---	--

<p>Pez antiarco</p> <p><i>Bothriolepis sp.</i></p>  <p>Floresta, Boyacá.</p> <p>Devónico</p>	<p>Pez Condrictio</p> <p><i>Antarctilamna sp.</i></p>   <p>Floresta, Boyacá.</p> <p>Devónico</p>
---	--

<p>Pericotoxodonte</p> <p><i>Pericotoxodon platignathus</i></p>   <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>	<p>Mamífero de pezuña</p> <p><i>Megadolodus molariformis</i></p>   <p>Huila</p> <p>Neógeno</p>
---	--

<p>Pez sarcopterigio</p> <p><i>Holoptychius sp.</i></p>   <p>Floresta, Boyacá.</p> <p>Devónico</p>	<p>Pez Teleosteo</p> <p><i>Bachea huilensis</i></p>   <p>Huila</p> <p>Cretácico</p>
--	---

Los *Sebecus*, son diferentes a otros cocodrilos porque tienen un cráneo alto y estrecho lateralmente, con ojos y fosas nasales a los lados, adecuados para la caza en tierra firme, medía 5-7m (Mendoza 2013).

Los *purussaurus* suramericanos, fueron los mayores carnívoros continentales de todo el mundo durante el Cenozoico, median 12m, con un peso entre 5 y 7 toneladas. El cráneo de 1,30m, con grandes dientes para cazar y desmembrar presas

24. ¿Cuál es la unidad de medida del tiempo geológico?
a. Años
b. Meses
c. Millones de años

23. ¿Las huellas de un ser vivo que existió hace millones de años, se consideran un fósil?

Los grandes molares sugieren que este animal fue omnívoro, o más probablemente se alimentó de frutos duros, el género colombiano tenía preferencias selváticas o boscosas (Cifelli & Villarreal, 1997).

Su tamaño es comparable al del rinoceronte negro de África, la presencia de filos cortantes en los dientes y la forma del rostro, sugieren hábitos

28. Falso o verdadero: Los fósiles son una evidencia de la evolución de los seres vivos.

27. Si se encuentran fósiles terrestres de la misma especie, en dos continentes actualmente separados, (ejemplo en África y América) ¿Qué puede indicar?

Los megaterios eran osos perezosos terrestres, alcanzaban alturas de 4 a 6 metros y pesos superiores a 3 toneladas, constituyéndose en uno de los grupos de mamíferos terrestres más grandes que han existido (MGNJRG).

Lycopsis es un representante de muchos de los marsupiales hallados en el yacimiento del Huila (Marshall, 1977).
Durante el Cenozoico los marsupiales habitaron la zona de América del sur y

22. ¿Cuántas eras comprende el eón Fanerozoico?

21. ¿Actualmente en donde habitan los marsupiales, como canguros y koalas?

Los Condrictios, poseen mandíbula, son parientes actuales de los tiburones, rayas y quimeras. La presencia de *Antarctilamna* puede considerarse como un sello gondwánico en Colombia (Janvier & Villarreal 1998).

Son los peces más abundantes del Devónico de Colombia, son peces acorazados de aspecto macizo, las aletas pectorales, cubiertas de placas óseas (Janvier & Villarreal, 1998).

26. ¿Cuáles continentes estaban unidos, y formaban el gran continente de Gondwana?

25. Falso o verdadero: Los primeros vertebrados que existieron fueron los peces.

Son peces de cuerpo alto, aleta dorsal extendida a lo largo de todo el cuerpo, boca pequeña con dientes en el paladar. Los ejemplares colombianos son grandes y miden entre 50 cm y 1m de largo, son costeros y

Los restos de sarcopterigios, son esencialmente escamas con hileras y espacios triangulares, son escamas idénticas a especies encontradas en abundancia, en el Devónico de Europa y de Norteamérica (Villarreal 1998).

30. ¿Qué es un animal carroñero?

29. ¿Hace cuánto tiempo fue el periodo devónico?

Tarjeta para moderador de juego

1. Desarrollo del feto en el interior de la madre.
2. Por que se halló cerca a la población de Yaguará.
3. Todo resto o señal de un organismo vivo, que vivió en el pasado geológico y ha quedado conservado.
4. Movilidad y rapidez de la cabeza.
5. Porque el medio donde habitan también es similar.
6. Si.
7. Huesos, conchas, caparazones, dientes, etc.
8. Por el lugar de hallazgo.

9. Triásico.
10. Verdadero.
11. Dos: Fanerozoico y Precámbrico.
12. Ordovícico.
13. Seis: Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico.
14. Sedimentarias.
15. Grupo de mamíferos, con corto desarrollo dentro del útero, el crecimiento se completa en el exterior en una bolsa marsupial.
16. Que en el pasado geológico ese lugar probablemente fue acuático.
17. 230 Millones de años.
18. Paleontología.
19. Porque se descomponen con

- mayor facilidad.
20. Verdadero.
21. En Australia.
22. Tres: Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica.
23. Si.
24. Millones de años.
25. Verdadero.
26. América del sur, África y Australia.
27. Que los dos continentes probablemente estaban unidos.
28. Verdadero.
29. 400 millones de años.
30. Un animal que consume cadáveres sin participar en la caza.

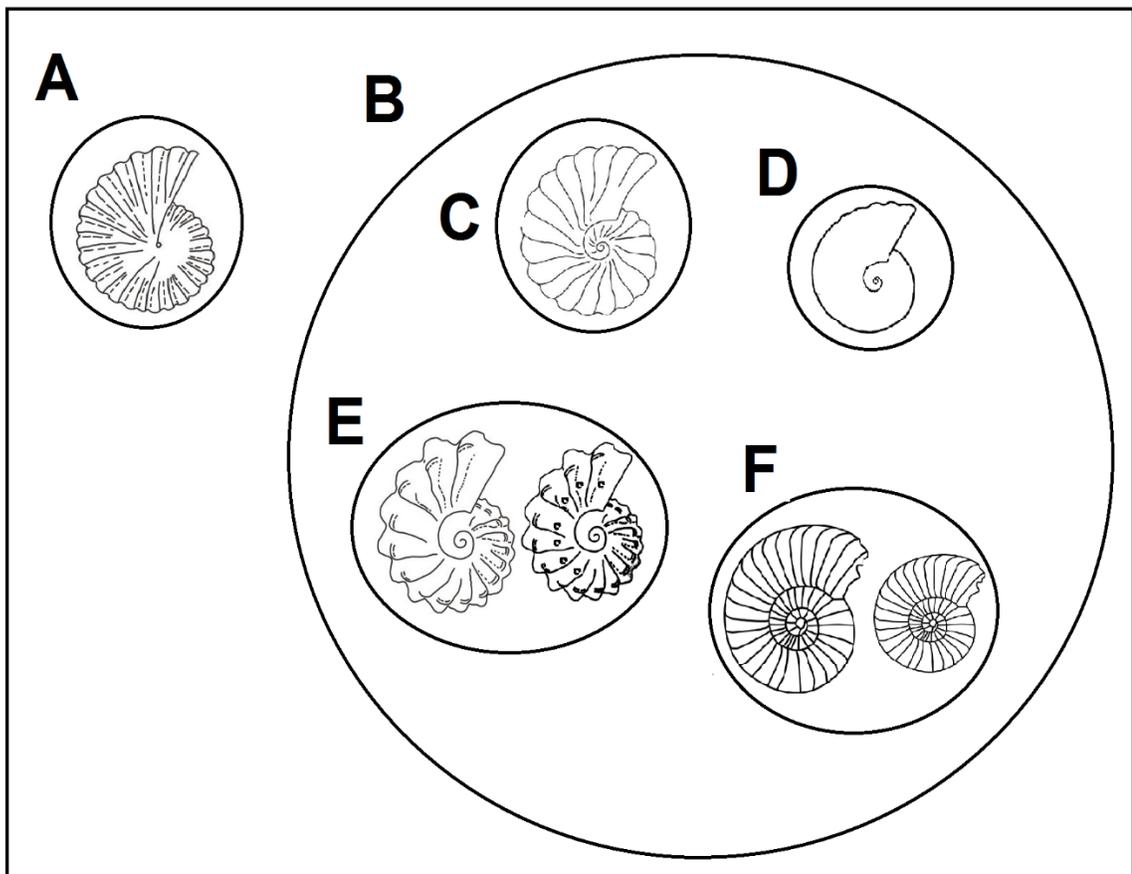
Anexo C: Guía: de clasificación de amonitas

Nombre completo del estudiante: _____

Colegio: I.E.D. Villamar Ciclo: 4. Curso: ____ Fecha: _____

Después de realizar moldes de amonitas, y de diligenciar las fichas de descripción, debes inferir los criterios de clasificación utilizados para separar los conjuntos del siguiente gráfico:

U



El gráfico muestra una clasificación de amonitas, organizadas dentro de conjuntos. Esta agrupación se realizó según las características morfológicas, ubicando las amonitas más parecidas, dentro de un mismo conjunto.

Observa con detenimiento las amonitas que forman los conjuntos y responde:

1. ¿En qué se diferencia la amonita del conjunto **A**, con todas las amonitas del conjunto **B**?

2. ¿En qué se diferencia la amonita del conjunto **C**, con las amonitas de los conjuntos **D, E y F**?

3. ¿En qué se diferencia la amonita del conjunto **D**, con las amonitas de los conjuntos **C, E y F**?

4. ¿Qué características tienen en común las amonitas del conjunto **E**?

5. ¿Qué características tienen en común las amonitas del conjunto **F**?

Anexo D: Glosario

- **Amonita**: moluscos extintos del grupo de los cefalópodos, semejantes a los actuales calamares y pulpos.
- **Cronoestratigrafía**: Parte de la estratigrafía que trata de las relaciones de tiempo relativo y de edad de los cuerpos rocosos.
- **Era**: Es una unidad geocronológica, que representa el tiempo en el que se desarrollaron las rocas formadas dentro de una eratema, es decir un sistema de medida diferenciado por estratos rocosos. La era es la segunda medida geocronológica, después del Eón.
- **Eón**: Es una unidad geocronológica, el eón es la unidad más grande de tiempo geológico.
- **Estratigrafía**: del latín *stratum* y del griego *graphia*, es la descripción de todos los cuerpos rocosos que forman la corteza terrestre y de su organización en unidades distintas. Las unidades están basadas en sus características o cualidades a fin de establecer su distribución y relación en el espacio y su sucesión en el tiempo.
- **Estrato**: Capa de roca caracterizada por unas características y cualidades propias que la distinguen de las capas adyacentes.
- **Fósil Guía**: fósil índice o fósil característico es un resto paleontológico o arqueológico cuya presencia puede servir para datar con cierta precisión la unidad estratigráfica en la que se encuentra debido a que son particulares o exclusivos de un determinado periodo de tiempo.
- **Período**: Es una unidad geocronológica formal de la escala temporal geológica que representa el tiempo correspondiente a la duración de un sistema, la unidad cronoestratigráfica equivalente que comprende todas las rocas formadas en ese tiempo. El periodo es la tercera medida geocronológica, después de la era.
- **Roca**: es un sólido cohesionado que está formado por uno o más mineral.

- **Rocas ígneas:** Son rocas que se crean a partir del enfriamiento y la solidificación del magma, también llamadas rocas volcánicas.
- **Rocas metamórficas:** Son rocas que se forman a partir de otras rocas preexistentes mediante un proceso denominado metamorfismo.
- **Rocas sedimentarias:** Son rocas que se forman por acumulación de sedimentos que, sometidos a procesos físicos y químicos, dan lugar a materiales más o menos consolidados de cierta consistencia.
- **Saurio:** suborden de los reptiles caracterizados por tener cuatro patas cortas y cola, el cuerpo cubierto por escamas, mandíbulas con dientes, sangre fría y respiración pulmonar. Los saurios marinos fueron grandes reptiles acuáticos que habitaron la tierra en periodos como el cretácico.
- **Sistemática Paleontológica:** Estudió de todos los organismos, incluso fósiles, relacionando la afinidad, la diversidad y las relaciones mutuas (sistemáticas) de los seres vivos, agrupándolos en categorías (clasificación) y asignando un nombre a ellos de una manera científica (nomenclatura).
- **Tiempo Geológico:** Corresponde al tiempo desde la formación de la Tierra, (hace 4600 millones de años) hasta el presente.
- **Yacimiento fosilífero:** Es aquella localidad en cuyas rocas se conserva, de forma natural, una cantidad significativa de fósiles y otras evidencias del pasado biológico. También conocido como yacimiento paleontológico.

Bibliografía

- **Alberich, T.** (2007). *Investigación - Acción Participativa y Mapas Sociales*. Obtenido el 24 de Febrero de 2015 de: www.uji.es/bin/serveis/sasc/ext-uni/oferim/forma/jorn/tall.pdf
- **Álvarez, R. Orozco, R. Páramo, M. & Restrepo D.** (2013). Lista de los peces fósiles y actuales de Colombia: Nombres Científicos válidos, distribución geográfica, diagnosis de referencia & nombres comunes e Indígenas. Primera edición. Eco Prints, diseño gráfico y audiovisual Ltda. Bogotá D.C. Colombia. P. 346.
- **Ayala, J. & Gil, S.** (2013). *Juventud Paleontológica, reconociendo y valorando el patrimonio paleontológico de Floresta Boyacá*. Universidad Pedagógica Nacional Bogotá.
- **Bautista, J.** (2000). Criterios en la proyección y elaboración de materiales y juegos en Educación Infantil y Primaria. Universidad de Huelva.
- **Camacho, H.** (2007). Los Invertebrados fósiles. Fundación de Historia Natural Félix de Azara: Universidad Maimónides. 2007. P. 800.
- **Carlini A, Vizcaino S, & Scillato-Yane G.** (1997). Armored Xenarthrans: A unique taxonomic and ecologic assemblage. Chapter 13 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.

- **Chacón P.** (2008), El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje ¿Cómo crearlo en el aula? Revista Nueva Aula Abierta nº 16, Año 5 julio- diciembre 2008. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Instituto Pedagógico de Caracas. Departamento de Educación Especial.
- **Cifelli R & Villarroel C.** (1997). Paleobiology and affinities of *Megadolodus*. Chapter 17 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Conant Wood, R.** (1997). Turtles. Chapter 9 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Czaolewski N.** (1997). Chiroptera. Chapter 25 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **De zubiría, J.** (2006). Los modelos pedagógicos. Hacia una pedagogía dialogante. Bogotá. Editorial Magisterio.
- **Defler T.** (2010). Historia natural de los primates colombianos. 2a. edición. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, Bogotá 2010. P. 612.
- **Díaz, A.** (2010). *Estrategia pedagógica orientada al reconocimiento del patrimonio paleontológico del parque Nacional Natural Chingaza, para conservación de la biodiversidad en áreas protegidas.* Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- **Domning D.** (1997). Sirenia. Chapter 23 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H.

- Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Edmund G & Theodor J.** (1997). A new giant pampatheriid armadillo. Chapter 14 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Forasiepi, A. Goin, F & Martino, V.** (2003). Una nueva especie de *Lycopsis* (Metatheria, Prothylacyninae) de la Formación Arroyo Chasicó Mioceno Tardío) de la provincia de Buenos Aires. *Revista Asociación Paleontológica Argentina*. 40 (2). P. 249-253.
- **Garassino, A. Pasini, G. Porras-Múzquiz, H. & Vega, F.** (2013). *Cenomanocarcinus vanstraeleni* Stenzel, 1945 (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Cenomanocarcinidae) from the Late Cretaceous (Turonian) of Morocco. *Boletín de la sociedad Geológica Mexicana* Vol: 65, Núm. 2, 2013. P. 299-305
- **Goin F.** (1997). New Clues for Understanding Neogene Marsupial Radiations. Chapter 11 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Hampe O.** (1992). Ein großwüchsiger pliosauride (Reptilia, Plesiosauria) aus der Unterkreide (oberes Aptium) von Kolumbien. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 145 P. 1-32.
- **Head, J. Bloch, J. Hastings. A. Bourque, J. Cadena, A. Herrera, F. Polly, D & Jaramillo C.** (2009). Giant boid snake from the Palaeocene neotropics reveals hotter past equatorial temperatures. *Nature* Vol. 457, February. 2009. P: 715-718. www.nature.com
- **Institución Educativa Distrital Villamar** (2012-2013). Manual de Convivencia. Imprenta Distrital D.D.D.I.

- **Janvier, P. & Villarroel, C.** (1998). Los Peces Devónicos del Macizo de Floresta (Boyacá, Colombia). Consideraciones taxonómicas, bioestratigráficas, biogeográficas y ambientales. GEOLOGIA COLOMBIANA, 23, pg. 3-18, 13 Figs., Santafé de Bogotá.
- **Johanson, Z.** (1998). The Upper Devonian fish *Bothriolepis* (Placodermi: Antiarchi) from near Canowindra, New South Wales, Australia. Records of the Australian Museum 50(3): 315–348. [25 November 1998].
- **Johnson, Steven C. & Madden, Richard H.** (1997). Uruguaytheriinae Astrapotheres of Tropical South America. Chapter 22 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Langston, W. & Gasparini, Z.** (1997). Crocodylians, Gryposuchus, and the South American Gavials. Chapter 8 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Latorre, A.** (2003). *La investigación de acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó. Capítulo 2. Obtenido el 25 de Febrero de 2015 de: www.josefa.aprenderapensar.net/files/2011/10/latorrecap2.doc
- **López, C.** (2012). *Una experiencia en el municipio de Floresta (Boyacá) a través del reconocimiento de los fósiles y el arte como estrategia de aprendizaje*. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza Vol. 5 No 9. Monográfico de Evolución. ISSN 2027-1034. Julio a Diciembre del 2012 P. p.89-97
- **López, N. y Bautista, J.** (2002) El juego didáctico como estrategia de atención a la diversidad. Disponible en: http://www.uhu.es/agora/version01/digital/numeros/04/04-articulos/miscelanea/pdf_4/03.PDF

- **Madden, R. H.** (1997). A New Toxodontid Notoungulate. Chapter 21 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- **Marshall, L.** (1977) A New Species of *Lycopsis* (Borhyaenidae: Marsupialia) from the La Venta Fauna (Late Miocene) of Colombia, South America. *Journal of Paleontology* Vol. 51, No. 3 (May, 1977). P. 633-642.
- **Martínez, M.** (2000). *La investigación-acción en el aula*. Agenda Académica Volumen 7, Nº 1, P. 27-39.
- **Melendez, B.** (1955). *Manual de Paleontología*. Paraninfo, Madrid.
- **Mendoza, G.** (2013). *Paleodiversidad Colombia: un pasado de biodiversidad revelado por sus fósiles*. Biodiversidad Colombia, Universidad de la Salle N.2 Julio a Diciembre de 2013. P.30-41.
- **Ministerio de Educación Nacional** (1998). *Serie lineamientos curriculares, Ciencias Naturales y Educación Ambiental*.
- **Ministerio de Educación Nacional** (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*.
- **Moret, L.** (1953). *Manuel de Paleontologie Animale*. Masson & Cie Editores.
- **Parada, C.** (1998). *Bases paleontológicas de la vida actual*. Unibiblos, Colección de la facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- **Páramo, M.** (2007). *Bachea huilensis* nov. Gen., nov. sp., premier Tselfatioidei (Teleostei) de Colombie. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la terre et des planètes* 325: P. 147- 150.

- **Páramo, M.** (2013). *Eonatator coellensis* nov. sp. (Squamata: Mosasauridae), nueva especie del Cretácico Superior de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*. Volumen 37, N. 145. P. 499–518.
- **Pardo, M.** (2010). Reporte de un nuevo ejemplar de *Granastrapotherium snorki* en el valle superior del Magdalena, desierto de la Tatacoa, Huila. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Número 131 de 2010. P. 253-256.
- **Pardo, M.** (2012). Reporte del hallazgo de un cráneo de *stegomastodon waringi* (HOLLAND, 1920) juvenil (Mammalia, Proboscidea) en zona rural del municipio de Turbaná Bolívar. Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Número 139 de 2012. P. 203-209.
- **Patarroyo, P.** (2002). Equinoideos del Miembro Calcáreo Superior, Formación Tibasosa, en el área de Firavitoba (Boyacá – Colombia). *Morfología y Fauna Asociada*. *Revista Geología Colombiana* No. 27, Diciembre, 2002. P. 95-107.
- **Patarroyo, P.** (2005). *Principios de Paleontología*. Unibiblos, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Geociencias. Bogotá.
- **Patarroyo, P. & Rojas, A.** (2007). La sucesión y la fauna del Turoniano de la Formación San Rafael en Pesca y su comparación con la sección tipo en Samacá (Boyaca-Colombia-S.A.). *Revista Geología Colombiana* No. 32, Diciembre, 2007. P. 89-96.
- **Reguant, S. & Ortiz, R.** (2001). Guía estratigráfica internacional. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 14(3-4): P. 270-293
- **Richter, A.** (1989). *Manual de coleccionista de fósiles*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.
- **Villarroel, C.** (1997). La Estructura de la Dentición caduca de *Huilatherium pluripicatum*, Leontiniidae (Notoungulata) del Mioceno de Colombia. *Revista Geología Colombiana* No. 22, Octubre, 1997. P. 139-149.

- **Villarroel C & Colwell J.** (1997). A new *Leontinnid Notoungulate*. Chapter 19 in "Vertebrate Paleontology in the Neotropics. The Miocene Fauna of La Venta, Colombia". Edited by Richard F. Kay, Richard H. Madden, Richard L. Cifelli, and John J. Flynn. Smithsonian In.