

**RELATANDO LA DIVERSIDAD DE LOS GASTERÓPODOS MARINOS A
TRAVÉS DE LA ADAPTACIÓN**

ROYER SANTIAGO RAMÍREZ GÓMEZ

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Física
Bogotá, D.C.
2024

**RELATANDO LA DIVERSIDAD DE LOS GASTERÓPODOS MARINOS A
TRAVÉS DE LA ADAPTACIÓN**

ROYER SANTIAGO RAMÍREZ GÓMEZ

Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Docencia de las Ciencias Naturales

Asesores:

Mg. Francisco Alberto Medellín Cadena
Mg. Andrea Toledo Aranda

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Física
Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales
Bogotá, D.C.
2024

DEDICATORIA

Ante la tempestad, las tristezas, la angustia y la desesperación la familia siempre estará allí.

A mi familia, mis abuelas, mis padres, mi abuelo que en paz descansa, a mis hermanas, mis sobrinas, sobrino y tíos.

Qué sin ellos no hubiera logrado otro peldaño más en mi vida académica y profesional, los amo con todo el corazón.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, a mis padres Gloria Gómez y Omar Ramírez, por el gran apoyo en todos los momentos de mi vida y por siempre estar ahí cuando más los necesito. a mis hermanas Angie y Julie por ser tan persistentes en sus sueños. A mis sobrinos, en especial a mi sobrina Daniela Medina. que me ha colaborado en los momentos que más la he necesitado.

A la Universidad Pedagógica Nacional y su programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, por permitirme formarme nuevamente y reflexionar sobre otras perspectivas de la educación en Colombia y por vivir nuevas experiencias que enriquece mi quehacer profesional.

A los profesores Andrea Toledo y Francisco Medellín, por el acompañamiento, la paciencia, la constancia y por apoyarme en la lucha de realizar este proyecto de grado, que impulsa el fomento de la educación del océano y por motivarme para no desertar en el proceso.

A la profesora Martha García por su apoyo incondicional y por apasionarme por el conocimiento de la biodiversidad en particular la biodiversidad marina.

Al profesor Héctor Guzmán por sus consejos; al Museo de Historia Natural de la UPN y al semillero de Investigación Educazul, lugar de muchas experiencias y creación de ideas que aportan a la construcción y fomento de la educación de la biodiversidad en Colombia.

Al profesor Gustavo Darrigran de la Universidad de la Plata debido a su apoyo y comprensión en temáticas asociadas a la Malacología.

A mis amigas Mariana Gutiérrez, Yorely López, Alejandra Neira, Daniela Hidalgo, Daniela Millán, y Katherin Montealegre, por ser parte de esas aventuras que nos causan risas, alegrías y aprendizajes. También a mi amigo Kevin López, por ser parte de esta travesía y compartir mi gusto por el océano y el conocimiento por la biodiversidad, ¡vamos por más aventuras!

Por último y no menos importante a mis amigas de lucha de la maestría Laura Neira, Edna García y Tatiana Galindo, quienes fueron tan importantes y fraternas en este proceso de formación académica. ¡vamos por más!

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: CONTEXTO PROBLEMÁTICO	3
CONTEXTO DE ORIGEN	3
LA ADAPTACIÓN COMO OBJETO DE ESTUDIO	4
¿LA EDUCACIÓN DEL OCÉANO EN CRISIS?	7
LA ADAPTACIÓN Y LA DIVERSIDAD MARINA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA COLOMBIANA.....	9
APORTES Y REFLEXIONES COMO MAESTRO Y LA INFLUENCIA DE LA MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES	13
DELIMITACIÓN DE PROBLEMA.....	15
OBJETIVOS	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
JUSTIFICACIÓN	17
ANTECEDENTES.....	18
CAPÍTULO II. PROCEDER METODOLÓGICO	21
PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR Y PEDAGÓGICA.....	24
DISEÑO DE PROPUESTA EDUCATIVA.....	25
CONSTRUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DISCURSIVA	25
CAPÍTULO III. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA.....	27
PROFUNDIZACIÓN DISCIPLINAR: CONFIGURANDO LA ADAPTACIÓN COMO PROCESO Y SUS ELEMENTOS TEÓRICOS	28
CONCEPTUALIZACIONES DE LA ADAPTACIÓN.....	28
ELEMENTOS TEÓRICOS.....	30
ORGANIZACIÓN	30
TIEMPO	33
VARIACIÓN	37
SELECCIÓN NATURAL.....	41
EXTINCIÓN.....	42
ELEMENTOS TÉCNICOS.....	44
CLADÍSTICA.....	44
ESTUDIOS COMPARATIVOS	46
ESTUDIOS ECOMORFOLÓGICOS Y ALOMÉTRICOS.....	48

REGISTRO FÓSIL	49
CONFIGURANDO LA ADAPTACIÓN COMO PROCESO.....	50
ESTUDIO DE CASO: LAS ADAPTACIONES DE LOS GASTERÓPODOS MARINOS	54
¿QUIÉNES SON LOS MOLUSCOS?.....	55
¿QUÉ HACE A UN GASTERÓPODO, GASTERÓPODO?.....	58
¿QUÉ HACE DIFERENTES A LOS GASTERÓPODOS?	62
SURGIMIENTO Y DIVERSIFICACIÓN DE LOS GASTERÓPODOS MARINOS	65
CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS OCÉANOS	69
DIVERSIDAD Y FILOGENIA DE LOS GASTERÓPODOS	70
A MODO DE CONCLUSIÓN.....	75
PROFUNDIZACIÓN PEDAGÓGICA.....	78
PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO.....	79
BIOFILIA.....	82
EDUCACIÓN DEL OCÉANO	83
CAPÍTULO IV: PROPUESTA PEDAGÓGICA	86
¡VAMOS A LA CLASE GASTERÓPODA!: HISTORIAS A TRAVÉS DE LA ADAPTACIÓN. 86	
POBLACIÓN PARA IMPLEMENTAR	86
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	87
DESCRIPCIÓN DE LAS FASES	89
FASE No.1: ¡Una mirada hacia el mar!	89
FASE No.2: Armandando las piezas de la adaptación como proceso	89
FASE No. 3: Explorando las historias de vida a través de la adaptación.....	90
CAJA DIDÁCTICA MALACOLÓGICA	90
CAPÍTULO V: PRODUCCIÓN DISCURSIVA MAESTRO SÉ COMO UN CARACOL ¡VE	
LENTO Y DEJA HUELLA!.....	104
¿LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA COMO PROCESO O PRODUCTO?.....	104
LA ENSEÑANZA DE LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA COMO PROCESO PARA EL	
FOMENTO DE LA EDUCACIÓN DEL OCÉANO Y LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS.....	108
EL ROL DEL MAESTRO COMO INVESTIGADOR	110
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS	115
ANEXOS.....	125

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles tróficos relacionados a los ecosistemas marinos. -----	12
Figura 2. Esquema del proceder metodológico. -----	22
Figura 3. La notocorda como característica de los cordados. -----	34
Figura 4. Conchas presentes en diferentes moluscos. -----	35
Figura 5. Estructura de soporte de los caracoles, se presenta una concha lisa y alargada que le brinda soporte al caracol cono de la familia Conidae. -----	39
Figura 6. Estructura de soporte y protección de los caracoles, este caracol presenta crestas pronunciadas que representan peligro al caracol de la familia Muricidae. -----	39
Figura 7. Representación de un cladograma. -----	44
Figura 8. Reconocimiento de las adaptaciones a través de la cladística. -----	45
Figura 9. Cladograma de los moluscos. -----	55
Figura 10. Ilustraciones realizadas por Ernst Haeckel sobre las estructuras de los moluscos. ----	56
Figura 11. Posible ancestro en común de los moluscos. -----	57
Figura 12. Partes de las conchas de los caracoles. -----	61
Figura 13. La dirección del enrollamiento de las conchas.-----	62
Figura 14. Torsión de los caracoles. Gasterópodos adultos antes y después de la torsión. (A-D) vistas dorsales a los cambios de un gasterópodos hipotético durante la torsión. (E) vista lateral de Larva velígera antes y después de la torsión.-----	63
Figura 15. Tipo de estructuras de las conchas. 1) concha de las porcelanas, brillante que no cuenta con perióstraco. 2) concha de los bucinos, cuenta con un perióstraco rugoso y grueso. -----	64
Figura 16. Tipo de conchas de los gasterópodos marinos. 16-1) concha de Torrecillas. 16-2) concha de peonzas. 16-3) concha de un caracol cono. 16-4) nudibranchio sin presencia de concha. -----	65
Figura 17. Origen de diferentes grupos de gasterópodos en torno al tiempo geológico. -----	67
Figura 18. Fósiles de diferentes gasterópodos marinos del Mesozoico. -----	69
Figura 19. Lapas verdaderas (Familia Patellidae)-----	71
Figura 20. Atolones (Familia Haliotidae). -----	71
Figura 21. Caracoles Neritas (Familia Neritidae).-----	71
Figura 22. Caracol murex (Familia Muricidae) -----	72
Figura 23. Caracol Cono (Familia Conidae).-----	72
Figura 24. Caracol oliva (Familia Olividae). -----	72
Figura 25. Caracol porcelana (Familia Cypraeidae). -----	73
Figura 26. Caracol tona (Familia Tonnoidea). -----	73
Figura 27. Caracol pala (Familia Strombidae). -----	73
Figura 28. Caracol tubante (Familia Turbinidae). -----	73
Figura 29. Nudibranchios pelágicos (Familia Glaucidae). -----	74
Figura 30. Bailarinas españolas (Familia Hexabranhidae).-----	74
Figura 31. Liebres de mar (Familia Aplysidae)-----	74
Figura 32. Principios esenciales de la cultura oceánica. -----	84
Figura 33. Caja didáctica Malacológica del proyecto ¡Vamos a la clase gasterópoda!: historias a través de la adaptación. -----	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Abordaje de la adaptación biológica en las políticas educativas de Colombia.</i>	10
Tabla 2. <i>Abordaje de los océanos y la vida marina en las políticas educativas colombianas.</i>	11
Tabla 3. <i>Características presentes en la mayoría de los moluscos y que tuvo el ancestro en común.</i>	57
Tabla 4. <i>Clasificación actual de los gasterópodos.</i>	71
Tabla 5. <i>Actividades de la fase No.1.</i>	92
Tabla 6. <i>Actividades de la fase No.2.</i>	96
Tabla 7. <i>Actividades de la fase No.3.</i>	102

INTRODUCCIÓN

Las impresionantes estructuras biológicas de los seres vivos han fascinado desde siempre a la humanidad, lo que ha llevado a cuestionar sobre el origen de estas formas y su relevancia en los organismos. En este caso, la variedad de formas, colores y estructuras de los gasterópodos marinos me llevó a preguntarme ¿Por qué existe esta gran diversidad? Para ello, la adaptación se convierte en un concepto estructurante para la comprensión de la diversidad biológica, sin embargo, se reconsidera si como maestro comprendo la adaptación biológica, cómo actúa en las especies y qué implicaciones tiene el enseñarla, explicarla y ejemplificarla con organismos marinos.

De esta forma, se configura el presente trabajo de grado que tiene como propósito caracterizar los elementos teóricos y técnicos que permitan la comprensión de la adaptación biológica como proceso para el reconocimiento de la diversidad de los gasterópodos marinos. Por tanto, se realiza una profundización disciplinar y pedagógica para la configuración del objeto de estudio y la búsqueda de estrategias para la enseñanza. Es importante mencionar que este trabajo de grado se enfoca en la generación de apuestas educativas para el fomento de la educación del océano en Colombia.

La profundización disciplinar posibilita definir elementos teóricos como la organización, el tiempo, la variación, la selección natural y la extinción, al mismo tiempo se precisaron elementos técnicos como la cladística, estudios comparativos, estudios ecomorfológicos, alométricos y el registro fósil, con la finalidad de dar cuenta de la adaptación como proceso. En cuanto a la profundización pedagógica se realiza una revisión de los problemas de conocimiento, la biofilia y la educación del océano, que configuran aspectos importantes al momento de construir la apuesta pedagógica del objeto de estudio, titulada *¡Vamos a la clase gasterópoda!: historias a través de la adaptación.*

Esta propuesta pedagógica cuenta con 15 actividades divididas en tres fases donde se reconocen los conocimientos previos en torno a los gasterópodos marinos y su adaptación (experiencia básica), se encuentran actividades ligadas a los elementos teóricos y técnicos para la configuración de la adaptación como proceso (artificialización del mundo natural) y

por último se encuentran actividades que pretenden unir todos los elementos importantes para la comprensión de la adaptación biológica como proceso (complejización de las relaciones).

Esta propuesta está dirigida a la educación básica secundaria, así mismo, queda únicamente diseñada para su implementación. Esto porque se reconoce la importancia de la construcción de recursos didácticos que posibiliten el acercamiento de objetos de estudio a diferentes escenarios educativos, donde se resalta la importancia del maestro en la reflexión y creación de apuestas que fomenten el conocimiento, apropiación y conservación del océano.

Por último, mediante la producción discursiva se encontrarán algunas reflexiones y consideraciones en torno al conocimiento disciplinar, pedagógico e investigativo que configura al maestro, en el cual se menciona la importancia de la construcción del conocimiento disciplinar en torno a la adaptación biológica como proceso, brindando explicaciones en torno a los cambios de las estructuras en la biodiversidad. Vale la pena destacar que la propuesta no quiere generar una dicotomía entre la adaptación como proceso y producto, en su lugar, se enfoca en la importancia de entender los procesos con la finalidad del reconocimiento de diferentes aspectos que genera las adaptaciones en los organismos.

Por otro lado, la propuesta pedagógica contribuye a posibles explicaciones de los procesos adaptativos de los gasterópodos marinos, siendo de interés para narrar de otras maneras la biodiversidad marina. De igual modo, se da relevancia al conocimiento biológico que permite describir los fenómenos de la vida, que solo ocurren en los océanos. En consecuencia, esta apuesta educativa parte de la reflexión del maestro en la búsqueda de la idea de adaptación como proceso a través de las actividades propuestas, con fin último de reconocer que no es otro concepto más, sino que se genere explicaciones en torno a los cambios de los organismos en la naturaleza.

CAPITULO I: CONTEXTO PROBLEMÁTICO

*La sofisticación de las adaptaciones maravilló
desde siempre al ser humano*

Leonardo González Galli

El presente trabajo de grado surge a partir de una serie de reflexiones y tensiones relacionadas con la comprensión y enseñanza de la adaptación biológica, entendida como un proceso en torno al estudio del origen de la biodiversidad que se manifiesta en el origen y cambio de las estructuras, funciones y conductas de las especies en relación con las condiciones de un medio determinado. Teniendo en cuenta lo anterior, se problematiza el quehacer del maestro de Ciencias en torno al qué, y cómo enseña la adaptación biológica.

Según lo anterior, en este acápite se abordan las diferentes problemáticas y dificultades en torno a la comprensión de la adaptación biológica como proceso y su enseñanza en torno a los gasterópodos marinos, que aporten al fomento de la educación del océano en el contexto colombiano, seguido de ello, se encontrarán los objetivos, la justificación y los antecedentes.

CONTEXTO DE ORIGEN

Cuando se habla de diversidad de organismos, en particular, gasterópodos marinos, se acostumbra a mostrar índices y cantidad de especies de ciertos grupos taxonómicos. Sin embargo, a través de un recorrido en la playa, zonas costeras o museos de historia natural, como el de la Universidad Pedagógica Nacional se puede observar una gran variedad de conchas pertenecientes a diferentes caracoles marinos que cuentan con diversas formas, tamaños y colores. Estas estructuras pueden ser lisas, con crestas protuberantes, aberturas muy amplias o estrechas, entre otras características.

No obstante, con la finalidad de comprender el origen de tal diversidad y generar explicaciones sobre estas peculiares estructuras, se suscitaron varias tensiones y cuestionamientos en aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos. A nivel disciplinar,

surgieron preguntas tales como: ¿los procesos adaptativos pueden explicar la diversidad de estos organismos?, ¿la adaptación es un proceso o un producto? O ¿la adaptación es igual que la evolución?

Sumado a ello y en relación con la enseñanza de las ciencias, se encuentran preguntas respecto a: ¿cómo estoy entendiendo la adaptación biológica?, ¿cómo enseñar los cambios de estructuras, funciones y comportamientos en los seres vivos? y ¿cómo se ha abordado la adaptación en la escuela? Así mismo, emergieron diferentes dudas en torno a las relaciones entre la enseñanza de la adaptación y la biodiversidad marina, con el propósito de comprender las adaptaciones de gasterópodos marinos en cuanto a sus formas y estructuras.

LA ADAPTACIÓN COMO OBJETO DE ESTUDIO

La adaptación como objeto de estudio en el presente ejercicio de profundización surge a partir del interés por reconocer el origen y diversidad de estructuras de los gasterópodos marinos actuales, con el propósito de crear otras explicaciones sobre sus adaptaciones. En este sentido, comparto con Melendi, Scafati y Volkheimer (2008) que la biodiversidad es la forma más visible que expresa los procesos evolutivos, siendo esta expresión el resultado de diferentes procesos como la selección natural, las adaptaciones de los seres vivos y la vida misma respecto a las condiciones cambiantes del ambiente.

En este sentido, hablar del cambio y evolución de las especies recae en personajes como el conde Buffon, Jean-Baptiste Lamarck, Charles Darwin y pensadores actuales como Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, Richard Dawkins y Richard Lewontin, quienes enriquecieron diferentes comprensiones sobre la evolución, la adaptación y la biodiversidad, en la búsqueda de resolver incógnitas que se encuentran en la naturaleza. Por tanto, como maestro de Ciencias, especialmente de Biología, es fundamental ofrecer explicaciones sobre la diversidad de los organismos presentes en el ambiente. En este contexto, la adaptación se convierte en un objeto de estudio clave, pues implica explicar qué y cómo se generan una serie de cambios entre los organismos y su ambiente, resultando nuevas estrategias morfológicas, fisiológicas y conductuales.

De esta manera, la adaptación se manifiesta de forma particular en diversos ambientes. Un ejemplo de ello son los océanos, que han experimentado múltiples eventos físicos y ambientales, ocasionando varios impactos significativos en el planeta. Estos procesos no solo dieron origen a la vida en la Tierra, sino contribuyeron a la habitabilidad del planeta y al surgimiento de una gran diversidad de organismos y ecosistemas marinos (Unesco, 2018). Como consecuencia, en el océano han ocurrido diferentes procesos evolutivos, incluyendo adaptaciones biológicas, el resultado de ello, es la emergencia de los primeros grupos de organismos, antepasados de las especies modernas que hoy habitan los ambientes marinos-costeros. Por tanto, la comprensión de las adaptaciones de los gasterópodos permite reconstruir las historias sobre el océano, así como reconocer la formación de estructuras únicas y sorprendentes en los gasterópodos marinos modernos.

Por otro lado, y respecto a la enseñanza de la adaptación biológica, diferentes educadores e investigadores argumentan que se presentan ambigüedades, algunas omisiones y contradicciones que dificultan la configuración del modelo de enseñanza y construcciones científicas que definen la adaptación en la escuela (Gándara, Gil y Sanmartí, 2002). Así mismo, no se presentan evidencias o ejemplificaciones sobre la adaptación, mostrándose poca profundidad sobre esta temática desde el ámbito evolutivo (Franco, Castellanos y Medellín, 2010; Gándara, Gil y Sanmartí, 2002).

Estas ambigüedades y dificultades están presentes en los libros de texto sobre educación en ciencias, por ejemplo, Arca, Guidoni y Mazzoli (1990) dice que las explicaciones del por qué la especie cuenta con esa estructura, recae siempre en la adaptación, donde es responsable siempre el ambiente en torno al cambio, sin embargo, cuestiona el papel de la especie, reconociendo que el fenómeno de la vida se encuentra una diversa flexibilidad que corresponde a las potencialidades de las especies. Sin embargo, Arca, Guidoni y Mazzoli (1990) mencionan que, si no se comprende el papel de la variabilidad, los caracteres de las especies, el tiempo de la vida y selección natural puede caer en errores como la perfección continua, es decir, mejorar para sobrevivir.

En este sentido, son muy pocos los textos que presentan la adaptación ligada a la evolución, por ejemplo, González dice que “... *Siempre que nos preguntemos por qué un sistema biológico es como es, debemos remontarnos hacia el pasado para analizar, cómo era el sistema anterior del cual deriva...*” (2010, p.229). En este sentido, se reconoce la importancia de la historia natural de los organismos con la finalidad de narrar sus “historias de vida” y así, generar explicaciones en torno a sus procesos evolutivos.

Además, González (2010) dice que la adaptación debe enseñarse desde la teoría evolutiva, allí el autor formula la siguiente pregunta, *¿Cómo se producen modificaciones en las poblaciones que incrementan el “ajuste” entre los individuos y su ambiente (adaptación)?*, para ello, reconoce la adaptación como proceso o como producto, es decir, la adaptación como proceso es sinónimo de evolución por selección natural donde implica reconocer como llegó un rasgo a su estado actual. Mientras que, la adaptación como producto la reconoce como el aumento de las frecuencias en una población y que se mantuvo en los individuos durante varias generaciones.

Por otro lado, los recursos educativos dispuestos en páginas institucionales como Colombia Aprende, cuentan con una unidad didáctica sobre la adaptación biológica, allí la idea de adaptación se muestra como producto. Esta se desarrolla a partir de la pregunta *¿De qué forma se adaptan los animales y las plantas a los diferentes ecosistemas de nuestro país?* mostrándose diferentes estructuras y funciones, por ejemplo, si tiene aletas, representa que es una adaptación al nado, si tiene patas, está adaptado a la tierra y si tiene alas está adaptado al aire (Colombia Aprende, 2023).

Respecto a los libros de texto en biología, como “Caminos del saber 9°”, afirman que las adaptaciones son las estructuras, funciones y comportamientos que cuentan los organismos, estas surgen de la selección natural y se generan a partir de la interacción con el ambiente (Sánchez, 2013). En sinonimia ocurre con otros libros como “Aulas sin fronteras grado 9°” aborda las adaptaciones como rasgos de los organismos, que surgen de la selección natural y obedecen a los hábitats donde viven las especies, así mismo al desarrollar sus

ejemplificaciones en torno a la variabilidad genética, las características físicas y el hábitat de los organismos relacionados a bosques y praderas (Zuleta, 2017).

De acuerdo a lo anterior, es importante discutir la adaptación como objeto de estudio tanto en el campo de la biología y en la enseñanza de las ciencias, esto porque se presentan diferentes interpretaciones y se encuentran pocas relaciones entre la adaptación como proceso y su enseñanza, esto se refleja en los libros de texto de ciencias y materiales educativos mencionados, que muestran la adaptación biológica igual a las estructuras, funciones y comportamientos de las especies; así mismo las ejemplificaciones con los organismos, solo se presentan imágenes de alas, patas y aletas si explicar cómo surge o se originan estos cambios.

En consecuencia, pareciera que solamente las adaptaciones surgieran por las condiciones del ambiente, llegándose a entender que, si las condiciones no cambian, entonces el organismo se mantiene inmutable. Por lo cual, es necesario replantear la idea de la adaptación, donde se configure la idea de adaptación como proceso que lleva al cambio.

¿LA EDUCACIÓN DEL OCÉANO EN CRISIS?

El abordaje de la educación del océano ha sido fuente de debate, tanto a nivel nacional como en el presente trabajo de grado. A nivel nacional aún no están claros los fines y ejes centrales en la educación del océano en los niveles de educación básica y media, así como la importancia de incluir objetos de estudio sobre el océano en escenarios con contextos diferentes a las ciudades o municipios costeros, siendo un país con entrada a dos océanos (Océano Pacífico y Océano Atlántico).

En cuanto a la construcción realizada en este trabajo de grado, se mantienen discusiones en torno al diseño y construcción de temáticas sobre el océano o educar en lugares como Bogotá, que son distantes del Mar Caribe y del Océano Pacífico colombiano. Esto se debe a las pocas experiencias de maestros que abordan estas temáticas, así mismo, se discute la importancia de abordarlos en instituciones educativas centrales, en este caso de la capital de la república.

A través de estas problemáticas presentadas, se genera una “ceguera oceánica” esto generado por la falta de implementación de estrategias y espacios académicos que se relacionen en el ámbito educativo y profesional (López et al., 2023). Por tanto, es importante que las instituciones formadoras de maestros reflexionen sobre la importancia de los océanos para los habitantes del territorio, con la finalidad de evitar la sectorización y generalización de conocimientos especialmente de los contextos de las regiones centrales del país.

Sumado a esto, actualmente el mundo se encuentra en la Década de los Océanos. Esta iniciativa tiene como una de sus metas que los países generen programas educativos que inspiren y estimulen el conocimiento sobre los océanos. Por tanto, la UNESCO (2018) y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) proponen la inclusión transdisciplinar de la educación de las ciencias oceánicas en las escuelas, con el propósito de fomentar la conciencia y el cuidado de los mares, sus ambientes y su biodiversidad.

Para la enseñanza de la diversidad marina, se propone el principio número cinco, titulado “*El océano alberga una gran diversidad de vida y de ecosistemas*”. Este principio destaca la vasta diversidad de vida y los diferentes procesos que ocurren en ella como ciclos, y adaptaciones. Para ello, proponen estándares para el fomento de la alfabetización oceánica en diferentes grados educativos. Por ejemplo, en torno a la adaptación de la vida marina, los estudiantes deben reconocer que los organismos marinos están adaptados a ciertas condiciones ambientales, como la salinidad y la temperatura, resaltando que muchos de estos han tenido diferentes historias de vida, y que algunos grupos, como los cefalópodos, equinodermos y ctenóforos, su vida se ha creado solamente en los océanos. (Payne, Halversen y Schoedinger, 2021; NOAA, 2020).

Respecto a la educación colombiana, se esperaba que, en un plazo de tres años, culminando este año, se incluyeran conocimientos del océano y temáticas asociadas en la formación escolar (CONPES 2990, 2020). Sin embargo, actualmente se encuentran tres problemáticas que generan una crisis para su fomento de la educación básica y media, estas son: las políticas educativas (que hablaremos en el siguiente subtítulo), la falta de iniciativas educativas y divulgativas para la inclusión y el fomento de la educación del océano; por

último, la falta de problematización por parte de los maestros en torno a la importancia de los océanos en el currículo educativo.

En primer lugar, son muy pocas las iniciativas educativas y de divulgación para la inclusión y el fomento de la educación del océano, por ejemplo, la Comisión Colombiana del Océano, realizó el libro “El océano en las Ciencias Naturales y Sociales” que aporta al conocimiento de los océanos en la escuela, desde aspectos físicos, químicos, biológicos, sociales y culturales (CCO, 2016). Sin embargo, respecto a lo biológico no profundiza en las características, problemáticas o identificación de los organismos marinos que circundan o habitan los ambientes marinos colombianos y mucho menos en la relación o los procesos adaptativos de los mismos.

De igual modo, se cuenta con pocas unidades, secuencias o actividades pedagógicas y didácticas que fomenten el conocimiento de los océanos y biodiversidad del territorio colombiano. Además, se encuentran en sitios web difíciles acceso donde los maestros de las regiones costeras o centrales no cuentan con la posibilidad de conocerlas y practicarlas en las aulas de clases (Ramírez, 2021). Esto trae como consecuencia la falta de conocimiento y curiosidad sobre los océanos y el fomento de valoraciones negativas como miedos o mal manejo de los residuos que afectan a los ambientes oceánicos.

Por último y no menos importante es la falta de concientización y problematización de los maestros de diferentes áreas de conocimiento, ya que son muy pocas las participaciones de maestros que propicien el conocimiento de los océanos frente a otras temáticas en educación (Unesco, 2018). En particular en educación en ciencias, continuando con generalizaciones y errores sobre los fenómenos que ocurren en el océano e inspirando poca curiosidad sobre los acontecimientos que ocurren allí.

LA ADAPTACIÓN Y LA DIVERSIDAD MARINA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA COLOMBIANA.

Se realizó una revisión de los derechos básicos de aprendizaje (DBA) y los estándares en ciencias naturales (ECN) propuestos por el Ministerio de Educación Nacional. Entre los

resultados de esta revisión se encontró que la adaptación está enunciada explícitamente en los ECN. Sin embargo, en los DBA se mencionan muy poco o se encuentra implícito en otros enunciados (Tabla 1).

Tabla 1. *Abordaje de la adaptación biológica en las políticas educativas de Colombia.*

Abordaje de la adaptación biológica en las políticas educativas colombianas.			
Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA)		Estándares de Ciencias Naturales (ECN)	
Grados	Enunciados	Grados	Enunciados
2°	“Comprende la relación entre <u>las características físicas de plantas y animales con los ambientes en donde viven, teniendo en cuenta sus necesidades básicas (luz, agua, aire, suelo, nutrientes, desplazamiento y protección). Explica cómo las características físicas de un animal o planta le ayudan a vivir en un cierto ambiente. Describe y clasifica plantas y animales de su entorno, según su tipo de desplazamiento, dieta y protección.</u> ” (p.11).	1° y 3°	<u>Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno. Explico adaptaciones de los seres vivos al ambiente.</u>
		4° y 5°	<u>Identifico fenómenos de camuflaje en el entorno y los relaciono con las necesidades de los seres vivos.</u>
3°	“ <u>Explica la influencia de los factores abióticos (luz, temperatura, suelo y aire) en el desarrollo de los factores bióticos (fauna y flora) de un ecosistema. Interpreta el ecosistema de su región describiendo relaciones entre factores bióticos (plantas y animales) y abióticos (luz, agua, temperatura, suelo y aire). Predice los efectos que ocurren en los organismos al alterarse un factor abiótico en un ecosistema (p.14); “Predice qué ocurrirá con otros organismos del mismo ecosistema, dada una variación en sus condiciones ambientales o en una población de organismos. (p.14)”</u> ; “ <u>Observa y describe características que le permiten a algunos organismos camuflarse con el entorno, para explicar cómo mejoran su posibilidad de supervivencia. (p.14)”</u> ”	6° y 7°	<u>Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia.</u>
		8° y 9°	<u>Establezco relaciones entre el clima y las adaptaciones de los seres vivos.</u>
		8° y 9°	<u>Comparo y explico los sistemas de defensa y ataque de algunos animales y plantas en el aspecto morfológico y fisiológico.</u>
9°	<u>Explica cómo actúa la selección natural en una población que vive en un determinado ambiente, cuando existe algún factor de presión de selección (cambios en las condiciones climáticas) y su efecto en la variabilidad de fenotipos. Argumenta con evidencias científicas la influencia de las mutaciones en la selección natural de las especies</u>	10° y 11°	<u>Explico y comparo algunas adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del mundo y de Colombia.</u>

	y sus adaptaciones. Identifica los procesos de transformación de los seres vivos ocurridos en cada una de las eras geológicas.” (p.33).		
--	---	--	--

Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que, en los diferentes grados se encuentran algunos enunciados y estándares que mencionan las características morfológicas, fisiológicas y comportamentales de los seres vivos, ligados a los factores físicos de los ambientes. Por ejemplo, en los enunciados de algunos grados proponen que los estudiantes expliquen las características físicas de un animal o planta que le ayuden a vivir en un cierto ambiente o reconocer y explicar las adaptaciones de los seres vivos. (MEN, 2004; MEN, 2016).

Por lo anterior, los enunciados o estándares posibilitan el aprendizaje de la adaptación respecto a la clasificación, identificación y relaciones entre los organismos con sus hábitats, pero, se muestra como sí los organismos siempre han estado fijos en estos ambientes, así mismo, dan una impresión de que las adaptaciones son un producto de los organismos para vivir en estos ambientes y no como un proceso de cambio de las especies o surgimiento de nuevas estructuras.

Por otro lado, en relación con el océano o la diversidad marina, no se encuentra mencionado explícitamente en las políticas educativas. Solamente se menciona que los estudiantes deben clasificar los seres vivos en torno a sus formas, su papel en las redes tróficas, la función en cada uno de los ecosistemas y en los ambientes que habitan (Tabla 2). Por ejemplo, en los DBA de grado 4° utilizan ejemplos en torno a una red trófica sobre poblaciones de organismos marinos que habitan en el Mar Caribe colombiano (MEN, 2016).

Tabla 2. *Abordaje de los océanos y la vida marina en las políticas educativas colombianas.*

Abordaje de los océanos y la vida marina en las Políticas educativas colombianas	
Grados	Enunciados

1°	<p>“<u>Clasifica seres vivos (plantas y animales) de su entorno, según sus características observables (tamaño, cubierta corporal, cantidad y tipo de miembros, forma de raíz, tallo, hojas, flores y frutos) y los diferencian de los objetos inertes, a partir de criterios que tienen que ver con las características básicas de los seres vivos.</u>”; “Describe las partes de las plantas (raíz, tallo, hojas, flores y frutos), así como las de animales de su entorno, según características observables (tamaño, cubierta corporal, cantidad y tipo de miembros).” (p. 9).</p>
4°	<p>“Comprende que los organismos cumplen distintas funciones en cada uno de los niveles tróficos y que las relaciones entre ellos pueden representarse en cadenas y redes alimenticias. <u>Identifica los niveles tróficos en cadenas y redes alimenticias y establece la función de cada uno en un ecosistema. Indica qué puede ocurrir con las distintas poblaciones que forman parte de una red alimenticia cuando se altera cualquiera de sus niveles.</u> Representa cadenas, pirámides o redes tróficas para establecer relaciones entre los niveles tróficos (Figura 1).” (p. 17).</p> <p>Figura 1. Niveles tróficos relacionados a los ecosistemas marinos.</p> <div data-bbox="646 825 1078 1360" data-label="Diagram"> <p>El diagrama muestra un mapa circular de Colombia con las islas de San Andrés y las Islas del Rosario resaltadas en verde. Alrededor del mapa se muestran cinco niveles tróficos representados por íconos: Camarones (arriba), Barracuda (derecha), Fitoplancton Marino (arriba izquierda), Zooplancton Marino (abajo izquierda) y Pez Pargo (abajo).</p> </div> <p>Fuente: DBA en ciencias Naturales (2016).</p>
8°	<p>Analiza la reproducción (asexual, sexual) de distintos grupos de seres vivos y su importancia para la preservación de la vida en el planeta. Allí se presentan ejemplos sobre un acuario marino que se encuentra <u>tres especies (peces, hidras y estrellas de mar) y se ponen un caso de la cantidad de individuos y el aumento de las poblaciones en cierto tiempo determinado.</u></p>

Fuente: Producción propia

A partir de este contexto, ante lo establecido en la política pública en torno al aprendizaje de la adaptación y la biodiversidad, es necesario reconocer que hay un esfuerzo en incluirla en la escuela, sin embargo, no es claro cómo se está abordando con los estudiantes

en torno al conocimiento biológico, en particular la evolución y la adaptación. De igual modo, se evidencia una fragmentación en torno a cómo se conciben los procesos adaptativos, porque en los diferentes enunciados se ven las condiciones de los ecosistemas, las características de los organismos y las condiciones que posibilitaron estas adaptaciones. Por lo anterior, no se generan relaciones entre las condiciones ambientales y los organismos que se adaptaron para subsistir en este ambiente, en este sentido ¿Qué finalidad tiene hacer este tipo de comparaciones?

APORTES Y REFLEXIONES COMO MAESTRO Y LA INFLUENCIA DE LA MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES

La experiencia como docente de ciencias naturales ha generado aportes y reflexiones con relación a tres aspectos fundamentales: el primero, la construcción y amor por el conocimiento de la biodiversidad a través del paso en la Línea Faunística y Conservación con Énfasis en los Artrópodos, liderando y participando en el semillero Educazul: Ciencia, Investigación y Educación por el Océano, de la Universidad Pedagógica Nacional. En segundo lugar, las discusiones y reflexiones desarrolladas en el programa de maestría en Docencia de las Ciencias Naturales en torno al papel de la educación de las ciencias en la escuela y la sociedad, así como la formación del maestro; por último y no menos importante mi experiencia como docente en ciencias naturales en diferentes instituciones y niveles educativos.

El amor por el conocimiento de la biodiversidad surge en la participación en diferentes actividades de la Línea Faunística y Conservación con Énfasis en los Artrópodos entre ellas generar material educativo para el conocimiento de la biodiversidad, la participación en salidas de campo y acompañar algunos recorridos dentro del museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional. Esto ha permitido construir algunos conocimientos en torno a la biodiversidad y su enseñanza. A partir de ello, como maestro he pensado y reflexionado sobre los valores, la importancia científica, cultural y educativa de las colecciones biológicas para el conocimiento de la biodiversidad, así como proponer otras estrategias que narren la historia de la vida de los organismos que se albergan allí.

Ahora bien, el presente ejercicio de profundización se relaciona estrechamente con una de las líneas de trabajo propuestas por el semillero Educazul que tiene como objetivo generar apuestas investigativas y educativas que permitan el conocimiento del océano y su biodiversidad. Permitiendo problematizar el rol del maestro en la inclusión de contenidos educativos sobre los océanos en la educación básica y media en Colombia. Además, se reconoce que esta tarea no ha sido fácil debido a la falta de conocimiento y apropiación de los océanos, especialmente aquellos que forman parte del territorio. Por ello se ha trabajado en la creación y fortalecimiento de diversas estrategias que fomenten el reconocimiento de los fenómenos que ocurren en la vida marina, así como su valoración, cuidado y conservación.

Sumado a esto, y teniendo en cuenta la travesía por la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, muchos de los seminarios abordados contribuyeron a la reflexión en torno al papel de la ciencia como actividad cultural en donde la formación de los maestros parte de diferentes aspectos como con relación a su disciplina, la historia, la epistemología y la pedagogía. En este sentido, el conocimiento de los maestros en ciencias tiene como fundamento la construcción de su propio conocimiento y la problematización de este en diferentes ámbitos, dando lugar al conocimiento a enseñar. Dicho esto, la constitución tanto del maestro como de la enseñanza parte de las representaciones del mundo natural como social, trayendo como consecuencia un aula con múltiples relaciones y una ciencia compleja.

Por último, y desde el ejercicio de práctica pedagógica del autor se ha buscado fortalecer la enseñanza de la biodiversidad colombiana, a través de actividades en donde se motive el interés y la curiosidad por el conocimiento de esta. Sin embargo, he reflexionado que dedico mayor tiempo a la construcción de actividades interactivas y dinámicas, dejando de lado el conocimiento disciplinar en la formación de los estudiantes. De allí, que se hayan identificado algunos errores como: ¡los organismos se especializan dependiendo a su entorno!, ¡depende de la especie!, o la falta de respuestas a preguntas como ¿Por qué tiene este organismo ciertas estructuras?, ¿por qué tal organismo solo se encuentra en tal ambiente? así como, enseñar que la evolución es lo mismo que la adaptación. Por lo anterior, me suscitan

preguntas como: ¿entiendo el concepto adaptación? ¿cómo lo estoy aplicando en mis clases? ¿lo utilizo para hablar, explicar y enseñar la diversidad?

DELIMITACIÓN DE PROBLEMA

En resumen, ante las diversas representaciones sobre la adaptación biológica tanto en el campo biológico y la educación en ciencias, generan obstáculos en la comprensión del surgimiento y cambio de estructuras en los organismos, en particular, en la generación de explicaciones en torno a la variedad de estructuras que presentan los gasterópodos marinos. Por lo tanto, para comprender qué genera los cambios, surge el interés de abordar la adaptación como proceso. Esto a partir de elementos teóricos, técnicos y pedagógicos que permitan generar explicaciones en torno a la forma, estructura y diversidad de los gasterópodos actuales, por lo anterior surge la siguiente afirmación

Los elementos de orden teórico y técnico en torno a la adaptación biológica posibilitan su comprensión como proceso en el reconocimiento de la diversidad de gasterópodos marinos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar los elementos teóricos y técnicos de la adaptación biológica como proceso desde un marco de referencia conceptual que aporten al reconocimiento del origen y cambios de estructuras de los gasterópodos marinos.

Objetivos Específicos

- Profundizar en elementos teóricos y técnicos sobre la adaptación biológica como proceso a partir del estudio de caso de los gasterópodos marinos.
- Diseñar una propuesta educativa dirigida a estudiantes de básica secundaria que aporte a la comprensión de la adaptación como proceso en los gasterópodos marinos.
- Definir orientaciones que permitan configurar la adaptación biológica como un objeto de estudio en la educación del océano y la educación en ciencias.

JUSTIFICACIÓN

Enseñar y educar en ciencias genera un gran desafío para los maestros de esta área, esto porque aún se mantiene una imagen de ciencia estática y tradicionalista, en donde se encuentra desarticulada entre las prácticas cotidianas con las actividades en la escuela (Valencia, 2017). Por esta razón, el maestro tiene el reto de educar en ciencias desde una perspectiva compleja donde la creación de ideas y el fomento de la curiosidad sean el fundamento para el reconocimiento del mundo natural y social, a partir de una emergencia de relaciones e interacciones con el medio que se habita.

En este sentido, el docente de ciencias toma un protagonismo en la escuela porque genera diferentes representaciones de la naturaleza, aborda el conocimiento desde varios referentes (epistemológicos, filosóficos, históricos, experimentales) que aportan a la construcción de complejas relaciones en el aula, mediante los diferentes objetos de estudio que emerge para transformar la acción del sujeto frente a su entorno.

Por tanto, este trabajo de profundización pretende generar otras perspectivas en torno la enseñanza de la adaptación en la escuela, partiendo de una mirada del maestro crítico, que reflexiona y cuestiona sus prácticas en torno a la construcción de apuestas educativas para su enseñanza en diferentes contextos, en este caso, la creación de estrategias para la vinculación de la educación del océano a las aulas colombianas a partir de objetos de estudio, por ejemplo la adaptación como proceso para forjar otras relaciones con la naturaleza y la biodiversidad.

De esta manera, este trabajo problematiza y aporta, por un lado, elementos tanto teóricos y técnicos, así como pedagógicos y didácticos para el conocimiento de la adaptación como proceso, con la finalidad de generar explicaciones en torno a los procesos adaptativos de los gasterópodos marinos. Esto genera como consecuencia, cambiar diferentes ideas en torno al uso de la adaptación en el origen y la diversidad de la vida, así como el diseño de nuevas explicaciones para la enseñanza de este objeto de estudio en el cambio en los organismos y la variedad de especies.

Por otro lado, comparto lo expresado por Jaramillo e Hidalgo, (2015), la necesidad de desarrollar apuestas didácticas y pedagógicas enfocadas a niños, niñas y adolescentes para el conocimiento de la vida marina, permitiéndoles ampliar varias perspectivas para la comprensión de los fenómenos que ocurren en el océano. Es importante mencionar, que este trabajo reconoce el papel del maestro en la construcción de apuestas educativas en torno a la educación del océano para vincularlo a sus clases, en especial las clases de ciencias.

En resumen, *Relatando la diversidad de los gasterópodos marinos a través de la adaptación* es un trabajo de grado novedoso porque aporta elementos disciplinares, pedagógicos y didácticos para la comprensión de la adaptación como proceso. Además, posibilita construir explicaciones respecto a los gasterópodos marinos para abordar fenómenos que solo ocurrieron y ocurren en el océano. En este sentido el estudio de caso y la propuesta pedagógica busca sensibilizar sobre las historias naturales de los gasterópodos marinos y acercarlos al océano estando distantes de él y contar de una forma diferente las historias naturales de los organismos marinos a través de la adaptación.

ANTECEDENTES

Se realizó una revisión sobre investigaciones y/o trabajos de grado de maestría y doctorado que se han desarrollado sobre la enseñanza de la adaptación biológica y la enseñanza de las ciencias oceánicas, se encontraron 5 antecedentes los cuales responden a la enseñanza de la adaptación biológica, por otro lado, no se encuentran investigaciones o trabajos de maestría en torno a la enseñanza de las ciencias oceánicas o temáticas relacionadas con el océano.

Estas investigaciones consultadas, se realizaron a nivel de posgrado, donde se encuentran 4 trabajos de grado de maestría como Preciado (2023), García et al., (2021), Beltrán (2020), y González y Velandia (2020), así mismo se encuentra con una sola investigación de tesis doctoral de Chaves (2021). Es importante mencionar que los periodos de las investigaciones comprenden desde el año 2020 en adelante.

Respecto al conocimiento abordado en torno a la adaptación biológica se encuentra en los campos de saber por un lado la construcción del conocimiento de la adaptación

biológica y por otro lado estrategias de enseñanza y aprendizaje en relación con este concepto u objeto de estudio en la biología.

En torno a la construcción del conocimiento de la adaptación biológica, en los documentos proponen la adaptación como un concepto trascendente e importante para la construcción de la teoría evolutiva. También, reconocen que este concepto biológico es polisémico y cuenta con varios significados en diferentes contextos. Para ello, varios autores como Preciado (2023), Chaves (2021) y Beltrán (2020), realizan una revisión epistemológica e histórica relacionada a los diferentes momentos que surge la adaptación, antes que Darwin, durante el Darwinismo y después con la teoría sintética de la evolución.

En el trabajo de grado de Preciado (2023) se abordan varios cambios relacionados con la adaptación, entre ellos, las características morfológicas, fisiológicas y conductuales que permitieran a los estudiantes constituir el concepto de adaptación biológica. En este mismo sentido González y Velandia (2020) y Beltrán (2020) utilizan otros conceptos importantes para la configuración de la adaptación biológica entre ellos la selección natural, fenotipo, poblaciones, ambiente y desarrollo. Resaltar que Chávez (2021) y Beltrán (2020) consideran la selección natural como punto clave para la comprensión de la adaptación biológica.

Para ejemplificar la adaptación biológica, García et al., (2021) atribuye que esta es una característica esencial de los seres vivos y que contribuye a conocer el medio en el que viven. Allí utilizan como ejemplo el ambiente del desierto y sus organismos con la finalidad de generar relaciones entre la adaptación y las características de los organismos en torno a adaptaciones para evitar la pérdida de agua y la locomoción en la arena.

En torno a la enseñanza, los trabajos de grado se relacionan con elementos pedagógicos y didácticos para la construcción del conocimiento y conceptualización de la adaptación biológica, Por ejemplo, Preciado (2013) implementa actividades a partir de elementos de ficción para la comprensión de la adaptación biológica, así mismo, asegura que este tipo de propuesta motiva a explorar nuevas estrategias didácticas y el aprendizaje a partir de personajes de ficción, videojuegos y programas animados.

En relación con la construcción del conocimiento pedagógico, González y Velandia (2020) fundamentan que su propuesta permite que los estudiantes desarrollen habilidades cognitivas-lingüísticas para una construcción discursiva, social y cultural en torno a la comprensión de su entorno. Por otro lado, Beltrán (2020) dice que su propuesta aporta a la comprensión del concepto de adaptación biológica para generar habilidades metacognitivas en relación con diferentes conceptos asociados con la finalidad de construir el metaconcepto de adaptación biológica.

Por otro lado, Chávez (2021) reconoce la importancia de generar una nueva didáctica de las ciencias, en este caso, en su tesis doctoral retoma el concepto estructurante la adaptación biológica en la enseñanza de la biología escolar, para ello se hace un estudio de caso con tres profesores con la finalidad de reconocer los conceptos claves en cómo se estructura la adaptación biológica en la enseñanza de la ciencia a través de nuevas propuestas con la de perfiles conceptuales.

A través de esta revisión de antecedentes, se logra evidenciar que ninguno problematiza en torno a la naturaleza del conocimiento, en este caso, no se encuentran obstáculos en la comprensión de la adaptación biológica como proceso o como producto. También se evidencia que la mayoría de las propuestas relacionan la adaptación biológica como producto y se evidencia una sinonimia entre las estructuras y la adaptación sea morfológica, fisiológica o etológica.

Respecto a la educación en ciencias, se presenta una preocupación en cómo abordarlo en la escuela, de allí se evidencia una amplia variedad de estrategias para educar y enseñarla en las instituciones educativas. Cabe mencionar que estas apuestas no se observa relaciones entre el concepto con la naturaleza o son muy pocos los trabajos de grado que relacionan con el fenómeno adaptativo en los organismos y en la misma naturaleza. Por lo anterior, estos trabajos de grado sustentan la necesidad de abordar la adaptación como proceso que posibilite resolver preguntas en torno a que generan los cambios de estructuras, así mismo, muestran otras perspectivas de concebir el mundo natural y estos como comprenderlo.

CAPÍTULO II. PROCEDER METODOLÓGICO

El presente trabajo de grado parte de la reflexión del maestro de sus prácticas educativas relacionadas con la adaptación biológica, repensándose este objeto de estudio como proceso y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias. Así mismo, cómo este se puede abordar en otros campos emergentes de la educación en ciencias como lo es la educación del océano.

Desde esta perspectiva, el presente trabajo de grado de profundización se enmarca dentro del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, que busca aportar diferentes reflexiones sobre las prácticas educativas en la enseñanza de las ciencias, para la generación de propuestas educativas innovadoras y significativas, donde el maestro cuenta con una mirada crítica sobre su quehacer en torno a diferentes aspectos de orden pedagógico, didáctico y disciplinar (prog. De Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. s.f).

Respecto al enfoque de investigación, es de carácter cualitativo, porque se cuentan con procedimientos no estandarizados, reconociendo un contexto y un ambiente que se transforma a través del tiempo y está sujeta a las condiciones del contexto y del investigador (Sampieri, 2014). Así mismo, la investigación cualitativa es un referente pertinente para la construcción de procesos educativos, esto porque se puede proponer nuevas apuestas que respondan a las realidades sociales en la formación de los estudiantes, docentes y comunidad educativa (Cerrón, 2018). En este caso configurar propuestas educativas que no solo se aborden en regiones centrales como Bogotá, sino en otros lugares como las regiones costeras del territorio colombiano.

Cabe destacar, que esto permite reconocer de forma global los océanos, reflexionando sobre el papel en las diferentes regiones, en este sentido acercando a los docentes a ambientes y organismos con los cuales usualmente no se tiene contacto en el entorno urbano de Bogotá o en otras regiones del país.

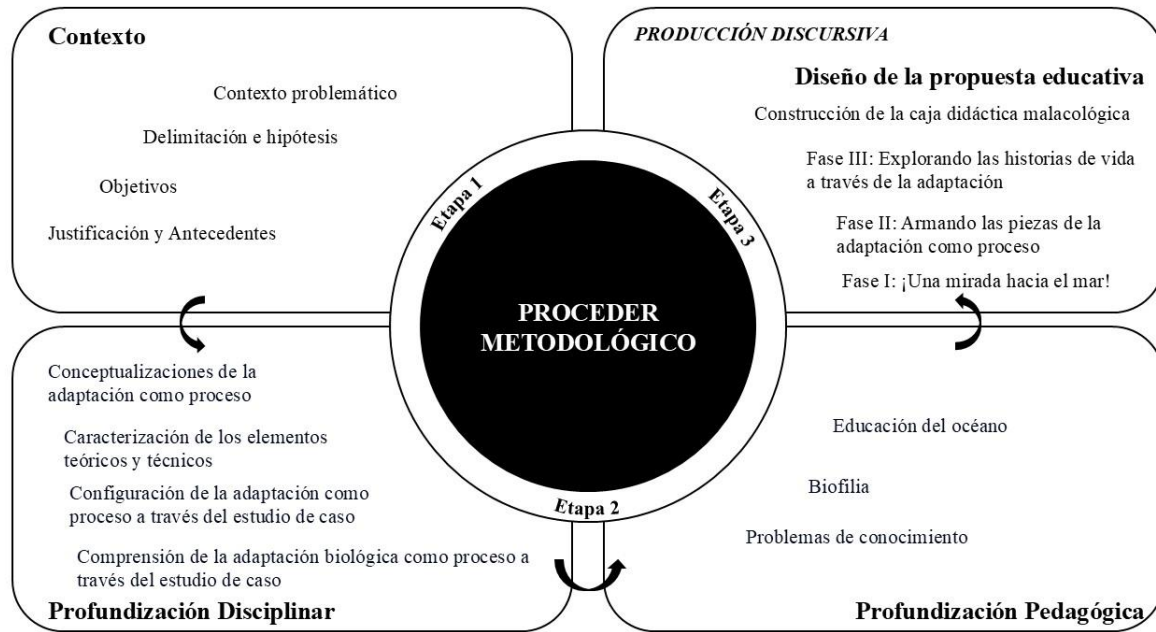
De igual manera, este carácter cualitativo aporta a que la investigación educativa use un conjunto de paradigmas, nuevas técnicas y dinámicas, basados en el conocimiento del maestro, transformando procesos, actividades investigadoras y vínculos entre la teoría y

práctica del profesor. (Imbernón et al., 2002). Además, permite centrarse en las reflexiones, y labores tanto pedagógicas, didácticas e investigativas, teniendo en cuenta la construcción del conocimiento y las variables conceptuales que concreten saberes, ideas y acciones para la transformación de la escuela.

De acuerdo con lo anterior, a través de la construcción del trabajo de grado se genera una serie de reflexiones producto de la profundización disciplinar y pedagógica, en los que se toma una postura crítica frente a la configuración del objeto de estudio, en este caso la adaptación biológica como proceso y el diseño de la propuesta educativa. En consecuencia, al documentar estos elementos se establecen relaciones de orden disciplinar y pedagógico, que se interrelacionan y establecen aspectos fundamentales para la construcción del conocimiento relacionado con la adaptación como proceso y su enseñanza.

Igualmente, se definen los siguientes momentos que posibilitaron la constitución del trabajo de grado y alcanzar los propósitos establecidos, estos fueron: en un primer momento se lleva a cabo la profundización teórica disciplinar y pedagógica, en un segundo momento se realiza el diseño de la propuesta pedagógica, resaltar que esta propuesta vincula aspectos para la enseñanza de la adaptación y el fomento de la educación del océano en la escuela. Por último, se presenta la producción discursiva (Figura 2).

Figura 2. *Esquema del proceder metodológico.*



Fuente: elaboración propia

PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA DISCIPLINAR Y PEDAGÓGICA

En un primer momento, con la finalidad de configurar la adaptación biológica como proceso y para su enseñanza, se realiza una profundización disciplinar y pedagógica. Este ejercicio de profundización permitió reconocer algunas conceptualizaciones sobre la adaptación desde una postura evolutiva, se revisó autores como: Lewontin (1989), Amat y Vargas (1995) e Iturbe (2010). Después de ello y a través de socializaciones y discusiones con los asesores, surgen la necesidad de establecer elementos teóricos y técnicos para la comprensión de la adaptación como proceso, allí se revisaron fuentes como Darwin (1859), Baker y Allen, (1970), Jacob (1989), Mayr (1998), Freeman y Herron (2002), Castro (2009), Melendi (2009), Noguera y Marroquín (2009), Méndez y Navarro (2014), entre otros.

En cuanto a la profundización pedagógica se estableció como principal referente los problemas de conocimiento, este surge a partir del grupo de Eco-perspectivas que pertenece al Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional, los cuales brindan elementos de discusión acerca de la enseñanza de las ciencias naturales en torno a la problematización del fenómeno de estudio, con la finalidad de promover explicaciones de los fenómenos de lo vivo en la educación básica y media permitiendo constituirse como elementos orientadores para el diseño de la propuesta.

Así mismo se incluyen referentes en torno a la biofilia y educación del océano que son aportes importantes en la construcción de la propuesta pedagógica y el material didáctico para el acercamiento y sensibilización del océano a la escuela.

Por tanto, es importante resaltar que la profundización teórica disciplinar y pedagógica aporta a la transformación de las prácticas educativas de los maestros, en especial las clases de Ciencias Naturales, debido a que se configura un conocimiento propio del maestro, generando como consecuencia construcciones complejas en torno a los fenómenos que ocurren en la naturaleza.

DISEÑO DE PROPUESTA EDUCATIVA

En un segundo momento y a través de los referentes disciplinares y pedagógicos, se creó la propuesta educativa titulada: *¡Vamos a la clase gasterópoda!: historias a través de la adaptación*. Esta propuesta se organizó en tres fases:

La primera fase llamada “*¡una mirada hacia el mar!*” cuenta con cinco (5) actividades que están en relación con la experiencia básica retomada a partir de los problemas de conocimiento, allí las actividades están elaboradas con el propósito de identificar algunos conocimientos previos sobre los gasterópodos marinos y la adaptación biológica. Respecto a la segunda fase titulada “*Armando las piezas de la adaptación*” esta cuenta con ocho (8) actividades donde se integran los elementos teóricos y técnicos de la profundización disciplinar. Esta se basa en la artificialización del mundo natural de los problemas de conocimiento, con la finalidad que los estudiantes establezcan relaciones entre los elementos teóricos y técnicos para la comprensión de los procesos adaptativos.

En relación con la tercera fase, llamada “*explorando las historias de vida a través de la adaptación*”, está realizada a partir de la complejización de relaciones de los problemas de conocimiento, allí se cuenta con dos (2) actividades que permiten la construcción de explicaciones en torno a la adaptación como proceso, con la finalidad que emerjan nuevas comprensiones en torno a la adaptación de los organismos, en particular, los gasterópodos marinos. Por último, se realiza un recurso educativo que permita contener el material educativo, el cual se ha llamado “*caja didáctica malacológica*”, este tiene como propósito presentarlas y transportarlas en diferentes escenarios. Es importante mencionar que se ha realizado materiales como posters, infografías que sirven como complemento para la enseñanza de la adaptación a través de ejemplificaciones en relación con los gasterópodos marinos.

CONSTRUCCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DISCURSIVA

El último momento es la producción discursiva del maestro, resultado del proceso de transformación sobre su concepción inicial de la adaptación biológica. Reflexiona sobre lo que enseñaba en torno al objeto de estudio antes del trabajo de grado y cómo sus nuevas

perspectivas se relacionan con la educación del océano. Por consiguiente, este trabajo parte del interés de reconocer el por qué de la diversidad de los gasterópodos marinos y a su vez buscar nuevas relaciones entre la teoría y la práctica para la enseñanza de la adaptación en la educación en ciencias.

Así mismo, allí se plantean reflexiones desde el ámbito disciplinar, pedagógico e investigativo que permite la configuración de la adaptación biológica como proceso en el conocimiento del profesor y en la escuela, su importancia en estructurar un objeto de estudio en la educación del océano y en la enseñanza de las ciencias, además el rol del profesor de ciencias naturales en la creación de estrategias pedagógicas y didácticas para el fomento de apuestas educativas e investigativas para la transformación del aula y la comprensión de los fenómenos de la naturaleza.

CAPÍTULO III. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

La vida empezó en los océanos, enclave inicial de muchos pasos evolutivos. Rastrear esta evolución pone en un contexto adecuado la asombrosa variedad de vida marina actual.

Fabien Cousteau.

Para el reconocimiento, estudio y enseñanza de la biodiversidad marina, es importante hablar de la adaptación biológica, esto porque brinda elementos para conocer el origen de la diversidad, el reconocimiento de los procesos que han dado lugar a cambios en las estructuras, funciones y conductas de los diferentes grupos de organismos a largo del tiempo, así como producir algunas explicaciones sobre la variedad de formas, tamaños, colores y especializaciones únicas de la vida marina. Sin embargo, para configurar este tipo de explicaciones, surgieron preguntas como: ¿la adaptación es un proceso o un producto?, ¿qué procesos adaptativos explican esta amplia diversidad?, y ¿cómo surgen las especializaciones de estructuras, funciones y comportamientos de estos organismos?

Estas preguntas trascienden en la enseñanza de la adaptación en la escuela, esto porque se presentan diferentes modalidades al momento de abordarla en el aula de clase que no responden al modelo científico relacionado a la evolución biológica (Gándara et al., 2002). Por ende, se pretende construir una propuesta pedagógica que configure la adaptación como proceso a través de estudios de caso de los gasterópodos marinos lo cual abre la posibilidad de repensar cómo se configura la adaptación biológica en la escuela y por el otro fomentar la educación por el océano en la educación básica y media. Con este contexto, para comprender la adaptación biológica como proceso y construir la propuesta educativa que incluya explicaciones sobre las adaptaciones de los caracoles marinos, se lleva a cabo una profundización teórica y pedagógica.

Esta profundización se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se realiza una profundización disciplinar, en torno a las definiciones y conceptualizaciones de la adaptación biológica, así mismo se presentan elementos teóricos (organización, tiempo, variación, selección natural y extinción) y técnicos (cladística, estudios comparativos, estudios morfométricos y alométricos y registro fósil) que contribuyen a estructurar y dar

explicaciones en torno a la adaptación como proceso. En un segundo momento se encuentra el estudio de caso fundamentado en los gasterópodos marinos con la finalidad de explorar sus adaptaciones al medio oceánico y generar ejemplificaciones sobre estas adaptaciones. Finalmente, se abordarán las orientaciones pedagógicas bajo las cuales está vinculada la construcción de la propuesta educativa.

PROFUNDIZACIÓN DISCIPLINAR: CONFIGURANDO LA ADAPTACIÓN COMO PROCESO Y SUS ELEMENTOS TEÓRICOS

CONCEPTUALIZACIONES DE LA ADAPTACIÓN

El concepto de adaptación biológica es polisémico, es decir cuenta con varios significados e interpretaciones dentro del discurso de la Biología, porque procede de diferentes momentos históricos y responden a diversas explicaciones para ser entendido (Medellín, 2019). Por ende, es necesario recuperar algunas conceptualizaciones existentes desde la biología evolutiva, entre ellas Lewontin (1989), Amat y Vargas (1995) e Iturbe (2010). En primer lugar, Lewontin define la adaptación como **proceso** del cambio evolutivo mediante el cual el organismo procura dar una “solución” cada vez mejor a un “problema”, **siendo el resultado final** un cambio morfológico, fisiológico o conductual (1989). En una línea similar, Iturbe propone que la adaptación es un **proceso** guiado por la selección natural e inducido por el ambiente, entendido el ambiente desde un tipo determinista y no azaroso. Además, destaca que este proceso tiene lugar en las poblaciones de las especies (2010).

Otro concepto es el desarrollado por los profesores Amat y Vargas (1995), el cual se refiere a la adaptación como las variaciones de los organismos en torno a los procesos de selección natural y las condiciones de vida, determinadas por el incremento de la eficiencia biológica. Dichos autores resaltan que los procesos adaptativos actúan en diferentes niveles de organización tanto el genético, el orgánsmico, las poblaciones y las especies; estas se pueden evidenciar a través de los cambios producidos por la selección natural en los caracteres adaptativos.

Ahora bien, los caracteres adaptativos se definen como un conjunto de características distintivas que aumenta la eficacia biológica de sus portadores (Gould y Vrba, 1982; Freeman

y Herron, 2002). Estas surgen a partir de la interacción entre las fuerzas selectivas, la estructura y funcionalidad de dicho carácter que se mantiene en las especies y sus descendencias. Este carácter tiene un origen histórico, moldeado por varios procesos, en particular la adaptación (Amat, 2009). Ahora bien, en qué se diferencia un carácter adaptativo de un **carácter diagnóstico**¹, según Freeman y Herron:

No todos los caracteres de un organismo, o todos los usos que, de un carácter, son una adaptación. Las jirafas, a veces comen en toda su altura, por encima del alcance de sus competidores. Esto no significa necesariamente que los cuellos largos evolucionasen porque proporcionaban nuevas oportunidades para comer. Los cuellos largos pueden haber evolucionado por su valor como armas y son, sólo incidentalmente, empleados por la ventaja que proporcionan para comer, sin embargo, no les permite tomar bien agua. (2002, p.255).

Por tanto, los caracteres diagnósticos posibilitan la identificación de los organismos a través de sus características, sin embargo, no funciona para el reconocimiento del origen y el cambio de la estructura a diferencia de los caracteres adaptativos.

Sin embargo, para reconocer el origen y cambio de los caracteres adaptativos surgen las siguientes preguntas: ¿cómo organizar los procesos adaptativos de un organismo?, ¿todos los procesos adaptativos generan diversidad? y ¿cómo se identifica que un carácter es adaptativo?

Para dar respuesta a estas preguntas, se profundiza en algunos **elementos teóricos y técnicos** que aportan aspectos fundamentales para comprender la adaptación como proceso. Para ello, se propone la organización, el tiempo, la variación, la selección natural y la extinción como elementos teóricos y la cladística, métodos comparativos, estudios ecomorfológicos y alométricos y el registro fósil como elementos técnicos con el fin de poder desarrollar las preguntas presentadas y las que puedan emerger más adelante en torno a la profundización.

¹ Un carácter diagnóstico o taxonómico es un atributo utilizado para distinguir los miembros de un taxón del otro (Mayr & Ashlock, 1991 citado en Lanteri, A y Cigliano, M. 2006). pág. 49.

ELEMENTOS TEÓRICOS

Los elementos teóricos tienen como propósito reconocer aspectos claves en la disciplina de la Biología para la comprensión de la adaptación como proceso. De acuerdo con esto a continuación se presenta cada uno de estos elementos:

ORGANIZACIÓN

La organización como primer elemento teórico parte de comprender cuales son los elementos que permiten caracterizar y discriminar al mundo viviente, partiendo que los organismos están regidos por un orden en relación con su forma, propiedades y comportamientos. Esta organización se mantiene de generación en generación por la continuidad de un molde interno (Jacob, 1989). En este sentido, este elemento se refiere a la disposición, coordinación de las partes y las funciones dentro de un organismo, todo está organizado de manera precisa que garantiza la vida y la adaptación a los ambientes.

Según Jacob, la idea de organización tiene diversas consecuencias, entre ellas, implica ver la totalidad del organismo, dónde el organismo esta inserto en la naturaleza y establece relaciones variadas con ella. Así mismo la organización se convierte en un elemento comparativo para la clasificación del mundo viviente (1989). Para dar cuenta de la organización Jacob la divide entre la estructura visible y la organización oculta.

La estructura visible: Se refiere a las características observables de los organismos, esto en cuanto a su forma y estructura, siendo el resultado de los procesos evolutivos y genéticos, sin embargo, se explora qué genera la forma física de la estructura a estudiar y qué relaciones cuenta para satisfacer las funciones indispensables para la vida. En este sentido, Jacob retoma a Cuvier mencionando que la disposición que adopten los órganos forma un conjunto armonioso, cumpliendo sus funciones para un objetivo en común.

La Organización oculta: También llamada el “molde interior”, es definida como las propiedades intrínsecas de los seres vivos, que se encuentran en juego en torno a las relaciones que unen secretamente las partes para que el organismo funcione como un todo.

Estas funciones se mantienen de generación en generación y deben coordinarse para responder a las condiciones de existencia.

Adicionalmente, la organización oculta permite describir las estructuras y funciones biológicas que se integran a niveles que no son visibles inmediatamente. Esto ocurre en cada uno de los niveles biológicos de la naturaleza, donde estos trabajan de forma integrada y coordinada para mantener las funciones vitales del organismo (Jacob, 1989). Este concepto resalta la complejidad y la interconexión de los sistemas biológicos, donde cada nivel de organización depende de los niveles inferiores y contribuye a la funcionalidad del todo.

De acuerdo con lo anterior, la articulación entre la estructura visible y la organización oculta permite emerger un plan de organización como unidad de análisis en torno a la comprensión de lo vivo, esta entendida como:

La ordenación de las piezas anatómicas remite a una unión interna, a una coordinación de las funciones que articula las estructuras en profundidad. Si la función responde a una exigencia fundamental de la vida, el órgano no es más que un medio de ejecución (Jacob, 1989, p.71).

Por ende, a través de este plan de organización se logra relacionar las funciones ligadas a la estructura visible y la organización oculta generando como consecuencia pensarse en la estructura, qué función cumple y cuáles son sus relaciones en el medio.

Ahora bien, entendiendo el papel de la organización para el mantenimiento de lo vivo, surge la pregunta ¿Qué ocurre en el plan de organización cuando ocurre un proceso adaptativo? Esta pregunta nace porque el medio no se mantiene estático y la especie está regida bajo unas condiciones que no siempre se encuentran en equilibrio.

Para ello, Jacob (1989) habla de cambio de organización en estos tres aspectos: la estructura, la función y el medio a partir de: en primer lugar, la **remodelación del ser vivo**, esta parte de todas las combinaciones posibles que cuenta el organismo, cumpliendo con las condiciones de la existencia del medio, que implica la adaptación a estas condiciones, en donde se puede mantener en una serie de generaciones. Esta se da en dos aspectos: un aspecto

es la modificación del espacio ocupado por la sustancia constitutiva de lo vivo, esto porque se presentan un conglomerado de unidades que presentan diversidad y complejidad, siendo el resultado de una combinatoria de elementos simples.

Por otro lado, se presenta una remodelación que afecta el espacio que une entre si las generaciones sucesivas, partiendo de una secuencia de organizaciones distintas y sucesivas que persiste en la reproducción de ciclo y mantenimiento de ciertas estructuras.

En segundo lugar, la remodelación en el espacio que se sitúa el propio ser vivo, partiendo de las raras combinaciones y las relaciones posibles con su medio, es decir, se dispone un plan preciso, en donde se encuentra un modelo interno que no cambia, sino que responde a funciones importantes de la vida y un modelo externo que interactúa con el ambiente, sufre una influencia y a su vez interactúa con él. Cabe mencionar que estos tipos de modificaciones tanto del ambiente como del organismo se articulan al tiempo, entendida como la historia de una serie de cambios que ha constituido el sistema.

Ahora bien, la relación entre la adaptación biológica como proceso y la organización parte de comprender que los seres vivos tienen la capacidad de reestructurarse u organizarse, en torno a su propia dinámica estructural y sus interacciones con el medio a través del tiempo (Maturana y Varela, 1980). En este sentido, los cambios en torno a la estructura pueden partir de agentes selectivos del ambiente, pero, también de la modularidad presente en las leyes que rigen a la organización oculta de lo vivo. Esto surge de los rasgos o expresiones resultantes de los planes de organización y sus restricciones en el desarrollo de los organismos (Miramontes, 2009).

De acuerdo con lo anterior, la organización es un elemento teórico porque reconoce a los organismos como entes organizados, dentro de esta organización ocurren cambios que no resultan ser drásticos como para transformar la totalidad de la organización oculta (continuidad). De igual modo, a través de la adaptación como proceso se logra relacionar con la estructura visible, que se encuentra en constante interacción con el medio, en un espacio y

tiempo determinado y como tal fluctúan de generación en generación, remodelando su plan de organización² entre las posibilidades que tienen los organismos para variar.

TIEMPO

El segundo elemento teórico es el tiempo, este juega un papel importante en la descripción del mundo viviente, no es solo un parámetro físico, sino que reconoce la temporalidad de muchos sucesos funcionales, evolutivos y geológicos en la organización de los seres vivos, para ello se usan escalas de tiempo que permiten identificar los ritmos internos de las funciones biológicas, los cambios evolutivos, la diversificación, extinciones, entre otros (Jacob, 1984). Estos cambios se pueden datar mediante el inicio y el fin del funcionamiento de una enzima, datación radiactiva, la formación geológica, el registro fósil y las estructuras vestigiales, con la finalidad de reconocer las historias naturales de forma precisa de los organismos. (Freeman y Herron, 2002).

Respecto a los procesos evolutivos, especialmente en la adaptación, Jacob (1984) realiza una división entre tiempo intrínseco y extrínseco, define el tiempo intrínseco como los cambios producidos de generación en generación de una especie. Estos cambios pueden producirse por procesos adaptativos, generando como consecuencia la adquisición de nuevas características (Mayr, 1998). Por otro lado, el tiempo extrínseco lo refiere a situaciones cataclásticas que alteran su hábitat, su clima, y su alimentación (Jacob, 1984).

Ahora bien, para reconocer como surgen los procesos adaptativos en el tiempo, es importante hablar sobre diferentes **nociones**³ del tiempo, entre ellos, el origen, la continuidad, la inestabilidad y la contingencia.

ORIGEN

En primer lugar, el *origen* como noción del tiempo, parte de reconocer la aparición de la vida como un acontecimiento único y extraordinario, a partir de un antepasado en común o como mucho, organismos que tuvieron formas o estructuras primitivas donde

² Según Jacob (1984) el plan de organización es la idea de un plan único que rige la composición de todos los organismos que mantiene la continuidad de formas estructuras y procesos internos de lo viviente.

³ La idea de noción o nociones parte de Jacob (1984) de libro “La lógica de lo viviente”, que se refiere a una idea o concepto general que se utiliza para describir o comprender un fenómeno o situación.

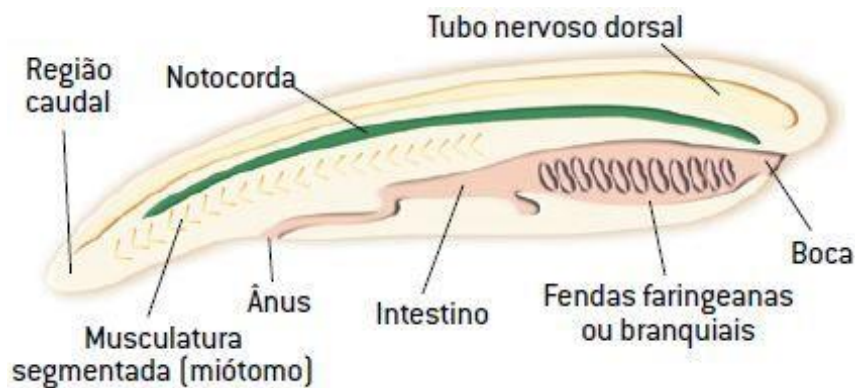
descienden todas las especies que se conocen actualmente (Jacob, 1984). Por tanto, el surgimiento de una nueva estructura ocurre en un orden temporal, en donde hace parte tanto los individuos de una especie como del ambiente. En consecuencia, la emergencia de la diversidad de los seres vivos se generó lentamente, donde se han presentado muchos acontecimientos que se han registrado y datado a través del tiempo de la vida en el planeta Tierra.

En este aspecto, el origen como noción del tiempo, se reconoce los puntos de partida en la generación de nuevas estructuras en los organismos. Por ejemplo, indagar en qué momento de la escala del tiempo de la vida, emerge las conchas en los gasterópodos, siendo este evento el inicio para el análisis del surgimiento, variación y diversificación de este carácter adaptativo.

CONTINUIDAD

En segundo lugar, se plantea la idea de *continuidad* como noción del tiempo, para Jacob (1984) el mundo vivo cuenta con una continuidad de estructuras y funciones que van de generación en generación, organización oculta, la cual permite perpetuar el orden visible, siempre y cuando pase por filtros entendidos como presiones de selección natural. Esta continuidad se refleja en las características morfológicas y fisiológicas que perduran a lo largo del tiempo, por ejemplo, la notocorda en los cordados (Figura 3).

Figura 3. *La notocorda como característica de los cordados.*



Fuente: 4.bp.blogspot.com.

Otro ejemplo, es el mantenimiento de la concha desde su origen que se encuentra datado del precámbrico y su diversificación en el Cámbrico, es importante mencionar que esta estructura se ha manifestado durante varias eras y periodos geológicos, esto a partir de diferentes agentes de selección natural, que ha posibilitado el surgimiento de diferentes especies con una gran variedad de conchas (Figura 4).

Figura 4. Conchas presentes en diferentes moluscos.



Fuente: Realizado con la IA Copilot.

No obstante, Lewontin (1989) menciona que en la continuidad puede que ocurran pequeños cambios a partir de las relaciones ecológicas de los individuos de la especie con su ambiente, pero, no se altera la organización o estructuras de estos.

De manera que, la continuidad es una noción fundamental en el tiempo, ya que permite comprender cuanto tiempo ha permanecido una estructura y los posibles procesos de selección que ha atravesado para mantener su organización. Además, las estructuras que muestran continuidad a lo largo del tiempo son necesarias para realizar comparaciones con otras estructuras que surgieron después de su organización inicial.

INESTABILIDAD

La *inestabilidad* es la tercera noción del tiempo, ya que es fundamental en la descripción de los cambios de algunas especies en la escala temporal, según Jacob (1984), la inestabilidad ocurre cuando se originan especies distintas o presentan algún cambio en la estructura y función. Esto puede ser ocasionado por un margen de error mínimo en la reproducción, que se hereda produciendo algunos cambios en las especies. En este sentido, la aparición de nuevas estructuras se genera por los procesos que están ocurriendo entre los individuos (tiempo intrínseco) o las condiciones ambientales (tiempo extrínseco) que generan variaciones en las especies.

De acuerdo con lo anterior, la noción de inestabilidad es importante en la construcción de la adaptación como proceso, por un lado, se puede reconocer algunos cambios en un grupo de individuos de una especie o población, así mismo se reconocen los cambios de las especies en torno a las condiciones ambientales como su hábitat, el clima o su alimento. Es decir, en el momento que se produce esa diversificación.

CONTINGENCIA

Por último, se encuentra la contingencia como una noción del tiempo, está definida por Jacob (1984) como ninguna acción concertada en la naturaleza capaz de orientar la variación, allí se resalta que toda especie se encuentra unida al espacio que lo rodea y el tiempo que la ha conducido a lo que es. Por tanto, no se puede decir que los organismos se instalaron ordenadamente dentro de un lugar determinado, sino que la diversidad de formas de vida parte de la existencia de interrupciones temporales en su proceso de formación. Es importante mencionar que este concepto es lo opuesto a lo necesario y a lo determinado, cercano al de azar, aunque no lo es, ya que no determina el éxito o el fracaso de los organismos ante la interacción con el entorno, es decir, no por sí solo, el cambio puede dar sentido a los procesos adaptativos (Castro, 2009).

Ahora bien, la contingencia como noción del tiempo aporta a comprender algunos procesos adaptativos donde no existen factores selectivos ocasionados directamente por el

ambiente, sino el surgimiento de nuevas estructuras, funcionalidades y comportamientos que conduce a una nueva organización en una especie.

De acuerdo con lo anterior, para comprender los procesos adaptativos el tiempo se convierte como un elemento teórico fundamental puesto que se puede establecer el punto de partida de muchos procesos adaptativos y reconocer los cambios tanto ambientales como de las especies mediante los hechos inestables o contingentes que están datados por las evidencias que se encuentran en la misma naturaleza.

VARIACIÓN

Para comprender la adaptación como proceso, el tiempo y la organización por sí solos no pueden dar cuenta de ello, por tanto, la variación es un tercer elemento teórico, puesto que el mundo viviente tiene una cualidad y es su basta diversidad de rasgos, estructuras y funciones. Por tanto, la variación es definida por Noguera y Marroquín (2009) como un conjunto de diferencias, que hacen único a cada individuo, organismo o especie, estas variaciones son en muchos casos un elemento tangible de los procesos evolutivos y adaptativos porque se puede cuantificar, observar y percibir en el mundo natural. Es importante mencionar que la idea de variación ha permitido realizar investigaciones y discusiones en diferentes disciplinas de la Biología como la genética, la biología molecular, la ecología o la paleontología (Noguera y Marroquín, 2009).

La variación en el mundo natural cuenta con una característica fundamental, la cual es que estas variaciones deben ser heredables y mantenerse de generación en generación en los individuos de la especie. Darwin (1859) argumenta que, al aumentar lentamente algunos rasgos característicos de una raza habrá pequeñas probabilidades de cambios y estas deben conservarse a través de los procesos reproductivos de las especies.

De acuerdo con lo anterior, Darwin dice que las variaciones están ligadas a la naturaleza de los organismos y la naturaleza de las condiciones y, que estas condiciones han sido mejoradas en distintos aspectos dentro de un periodo reciente, entre ellas, la selección natural. En este sentido, Noguera y Marroquín dicen que la selección natural sería una consecuencia de la interacción entre las variaciones de algún individuo dentro de una

población y las condiciones ambientales (2009), resaltar que sobre selección natural hablaremos más adelante.

Por otro lado, Noguera y Marroquín (2009) argumentan que no todas las variaciones determinan el papel adaptativo, por ende, las variaciones se generan por diversas situaciones, relaciones mecanicistas, relaciones causas y efectos o condiciones ambientales. Ahora bien, para identificar las variaciones en los organismos se puede identificar dos nociones, las variaciones genotípicas (mutación, recombinación, transferencia, entre otros) y las variaciones fenotípicas (interacción en la constitución genética y el ambiente).

VARIACIONES GENOTÍPICAS: HERENCIA Y REPRODUCCIÓN

Las variaciones genotípicas están relacionadas con los cambios que se pueden generar en los genes que se encuentran en el ADN, en este sentido, las fuentes de variación resultan en una alteración puntual a nivel cromosómico, génico o genómico, que producen nuevos alelos que darían y mantendrían una diversidad genotípica. Estos cambios son ocasionados por procesos como la recombinación, la transferencia horizontal, la deriva génica, y la más importante, la mutación (Valenzuela, 2014).

Ahora bien, los procesos que generan variaciones en las frecuencias alélicas de los individuos en una especie se pueden clasificar de la siguiente manera: en primer lugar, se encuentra la mutación, esta genera una alteración en una secuencia de las bases que ocurre en una generación y la siguiente siendo la más característica en el cambio genético.

En segundo lugar, se encuentra la deriva genética, que es generada por las fluctuaciones al azar y contingentes en las frecuencias genéticas por la disposición de los gametos, esto ocurre en procesos de fertilización y en todos los eventos necesarios para la producción de la vida, se da especialmente en poblaciones muy pequeñas de algunas especies. En tercer lugar, se encuentra la migración, donde en un momento dado hay una mezcla de poblaciones con diferentes frecuencias genéticas, formando frecuencias intermedias (Valenzuela, 2014).

VARIACIONES FENOTÍPICAS: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Respecto a lo que se observa de los seres vivos son las formas y estructuras, así como algunas de sus funciones, partiendo de que en los organismos se encuentra una composición física y química que se encuentra definida y se mantiene a lo largo de varias generaciones dando perpetuidad al orden visible de las especies o un grupo de ellas (Baker y Allen, 1970; Jacob, 1984).

De modo que, las estructuras y formas, así como sus funciones parte de un plan de organización que permite distinguir una lista de elementos que, al momento de analizar, desempeñan en conjunto fundamental en los organismos. Cabe mencionar que la estructura y función juegan un papel bidireccional entre ellas, esto porque, por ejemplo, en el mundo viviente necesita alimentarse, respirar, reproducirse o responder a estímulos, en este sentido, se debe contar con estructuras para el cumplimiento de estas funciones (Jacob, 1984). Por otro lado, se cuenta con una estructura, que puede compartir varias funciones, por ejemplo, la concha cumple la función de soporte en algunos moluscos (Figura 5), pero otros grupos además de soporte sirve de protección (Figura 6).

Figura 5. *Estructura de soporte de los caracoles, se presenta una concha lisa y alargada que le brinda soporte al caracol como de la familia Conidae.*



Fuente: meerwasser-lexikon.com.

Figura 6. *Estructura de soporte y protección de los caracoles, este caracol presenta crestas pronunciadas que representan peligro al caracol de la familia Muricidae.*



Fuente: underwaterkwaj.com

Ahora bien, es necesario distinguir la organización de los elementos del organismo en torno a como se articulan las estructuras con sus funciones. Partiendo de que se mantiene una **organización oculta**⁴ es decir qué se mantiene semejante entre las especies de un grupo específico, a partir de diferentes variaciones de su estructura visible en la naturaleza.

Para que se mantenga la organización oculta esta se regula por los genes o el material genético que se pasa de generación en generación, sin embargo, esta expresión está ligada a la interacción con el ambiente (fenotipo), allí la estructura se encuentra en constantes correlaciones con el medio y cumple una o varias funciones. En concordancia a lo que, Jacob argumenta que las estructuras de los organismos deben adaptarse a un plan de relaciones, un plan de organización que coordine las actividades funcionales con el ambiente (1984).

Para comprender el papel en clave de la función de estas estructuras en los organismos, surge la anatomía comparada que permite identificar en detalle la morfología de una estructura mediante la complejidad del ser vivo. Según Camper (en Jacob, 1984) se debe comparar varias estructuras entre organismos, por ejemplo, comparar el cerebro y el aparato auditivo de los peces con el cerebro y el aparato auditivo del hombre, con el propósito de relacionar similitudes tanto estructurales y funcionales.

En este aspecto, se entiende que el estudio de las estructuras y funciones posibilitan el conocimiento en conjunto de los organismos, con la finalidad de reconocer la organización y las posibles modificaciones que experimentan las especies, por tanto, considero que a través

⁴ Lo que da sus propiedades a los seres es un juego de relaciones que unen secretamente las partes para que funcione el todo, este no se encuentra visible a través de las formas y se mantiene de generación en generación (Jacob, 1984).

de las estructuras se puede identificar las modificaciones que se ocasionaron con la finalidad de encontrar la posible situación que genere esta modificación.

De acuerdo con lo anterior, las variaciones sean genotípicas o fenotípicas favorecen la supervivencia de las especies en competencia con otras a pesar de las tensiones ambientales, el posible aumento del éxito reproductivo de la variación tiende a conservarse de generación en generación (Lewontin, 1989). En este sentido, la variación juega un papel importante en los procesos adaptativos, por ello surge la siguiente premisa “*sin variación no hay diversidad y sin variación no hay evolución*” (Noguera y Marroquín, 2009, p.6).

Ahora bien, la variación como elemento teórico de los procesos adaptativos, es indispensable para la comprensión de los cambios de las especies, esto porque es un elemento tangible mediante las estructuras presentes en ellos, ya que se pueden diferenciar y comparar las características morfológicas, fisiológicas y comportamentales de los individuos de las especies o sus grupos, así mismo permite cuantificar, observar y percibir en el mundo natural.

SELECCIÓN NATURAL

Para dar cuenta de la adaptación como proceso, el elemento teórico, titulado como *selección natural* está ligado al elemento teórico *variación*, en este sentido, Baker y Allen (1970) argumentan que la selección natural surge de entender que el ambiente ejerce presión en los organismos, donde los organismos crean y definen el medio el cual habitan, es decir, se encuentra una relación bidireccional entre el organismo y el ambiente. Sin embargo, no todos cuentan con las mismas relaciones con el ambiente, esto por las variaciones que se encuentran en el mundo vivo y que tienden a ser favorecidas por la selección natural.

En relación con lo anterior, surge la siguiente pregunta ¿Qué papel cumple la selección natural en la adaptación como proceso? Partiendo de esto, Lewontin, (1989) menciona que los procesos de selección natural capacitan a los organismos para mantenerse adaptados y no para mejorarlos, por lo anterior, propone que la selección descansa en tres principios:

a) individuos distintos dentro de una especie difieren entre si su comportamiento, fisiología y morfología (principio de variabilidad), b) la variabilidad es de alguna manera heredable, por lo que, como promedio, los descendientes se parecen a sus padres más que a otros individuos (Principio de herencia), c) variantes distintas dan lugar a diferente número de descendientes, ya sea de inmediato o en generaciones futuras (selección natural). Debe haber una variabilidad de donde poder seleccionar: debe ser heredable, d) Darwin introduce la adaptación ante lo siguiente: Las variaciones que favorecen la supervivencia de un individuo en competencia con otros organismos, y a pesar de la tensión ambiental, tienden a aumentar el éxito reproductivo, por tanto, tienden a conservarse (principio de la lucha por la existencia). (p. 148)

En este sentido, la selección natural se ha definido como la supervivencia y la **reproducción diferencial**⁵ en los individuos de una especie, debido a diferencias en la eficacia⁶ de sus individuos. De acuerdo con esta definición y con el argumento precedente, la selección natural y su relación con la adaptación, sería una consecuencia de la interacción entre la variación heredable intrapoblacional en eficacia y las condiciones ambientales.

EXTINCIÓN

La extinción es el proceso de la desaparición de las especies de forma natural, según Margalef (1980) “*Dado un tiempo suficiente la probabilidad de extinción de una especie es total, tarde que temprano, todos se van*” (citado en Melendi, 2008, p. 47). En este sentido, en el planeta Tierra se han presentado y en repetidas ocasiones extinciones; se dice que el 98% de las especies se han extinguido y sin dejar descendencia, esto se ha datado por el registro fósil que muestra algunos fragmentos y especies de toda la diversidad desaparecida (Ehrlich y Ehrlich, 1995).

Por ende, para hablar de la *extinción* como elemento teórico, es necesario remitirse a Baker y Allen (1970) quienes dicen que cuando los organismos no cuentan con la capacidad de adaptarse a las condiciones del medio, el resultado es la extinción y la no evolución. A

⁵La reproducción diferencial es éxito reproductor que cuenta un grupo de individuos de una especie que tiene mayor probabilidad de reproducirse debido a sus características que son más eficientes en un ambiente determinado (Méndez & Navarro. 2014).

⁶ Según Amat (2014) la eficacia o fitness, se entiende como la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en su entorno.

través de los yacimientos de los fósiles vistos por muchos naturalistas y paleontólogos evidencian que las extinciones masivas y la pérdida de la biodiversidad son fenómenos desencadenados, complejos y con múltiples concurrencias, que responde a eventos ambientales (Melendi, *et al.* 2008).

Sin embargo, para comprender la adaptación como proceso, se necesita este elemento porque Darwin argumenta que es una evidencia de las consecuencias de los procesos selectivos en la naturaleza, donde los organismos no logran superar los agentes selectivos, por lo cual, no pueden dejar descendencia y desaparecen para siempre (Maldonado, 2009). En este sentido, Mayr (1998) menciona que las especies en un momento dado no cuentan con las estrategias morfológicas, fisiológicas o comportamentales para enfrentarse a las situaciones presentes en el ambiente y los procesos selectivos, generando un desequilibrio el orden del funcionamiento de la selección natural y la variación, en consecuencia, se produce la desaparición de la especie, a lo que se llama extinción.

De acuerdo con lo anterior, muchos biólogos y naturalistas en particular Darwin reconocían que las extinciones de las especies permiten que otras especies las sustituyan y ocupen los nichos deshabitados, dando a entender que los procesos de extinción son continuos en la historia de la vida (Mayr, 1998). En este sentido, la extinción como elemento teórico permite reconocer situaciones que generaron el desequilibrio entre la selección natural y la variación, a su vez sucesos que se estaban presentando en el ambiente y las condiciones que posibilitaron que otros organismos se adaptaran y ocuparan estos nuevos ambientes.

A partir de la revisión y profundización de los elementos teóricos es importante resaltar que permiten identificar aspectos claves para comprender la adaptación biológica como proceso con la finalidad de narrar que sucesos generaron los cambios y el origen de estructuras, funciones y comportamientos en los organismos.

ELEMENTOS TÉCNICOS

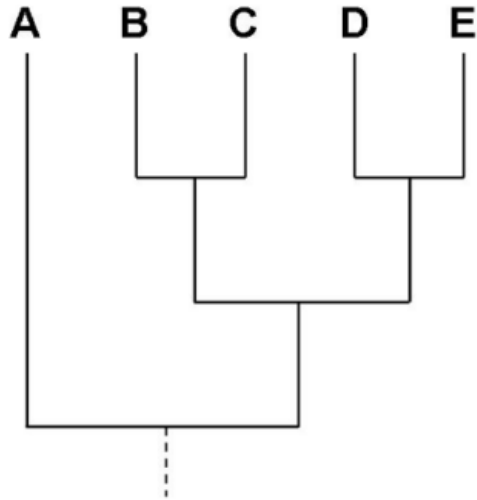
Los elementos técnicos tienen como propósito reconocer el cambio u origen de los caracteres adaptativos en las especies, ya que con ellos se busca reconocer evidencias o manifestaciones de los procesos que ocurren o se dan en la naturaleza. Por lo anterior, surge la siguiente pregunta ¿qué elementos técnicos pueden identificar un carácter adaptativo en las especies?

Cabe destacar que, un carácter adaptativo representa una estructura que cuenta con un origen entre un grupo amplio de especies y dicho carácter presenta diferentes cambios entre especies en relación con estructuras, funciones o comportamientos, donde se puede comparar, clasificar y narrar el origen de esta diferencia o particularidad. Por ende, los elementos técnicos seleccionados dan cuenta de los caracteres adaptativos y reconstruyen los procesos adaptativos de los grupos o especies. Con la finalidad de reconocerlos se seleccionaron: la cladística, los estudios comparativos, los estudios ecomorfológicos y alométricos y el registro fósil.

CLADÍSTICA

El primer elemento técnico es la cladística, es un método para deducir filogenias basado en la presencia de caracteres derivados y compartidos (Freeman y Herron, 2002). Para analizar estos caracteres derivados se utilizan cladogramas (Figura 7) que reflejan los resultados de los análisis cladísticos para diseñar y formular explicaciones con relación a los procesos biológicos, en particular, procesos evolutivos (especiación, la evolución de ciertos caracteres, el surgimiento de adaptaciones, la diversificación de determinados grupos de organismos) que se pueden expresar mediante un contexto histórico (Lanteri et al., 2006).

Figura 7. *Representación de un cladograma.*



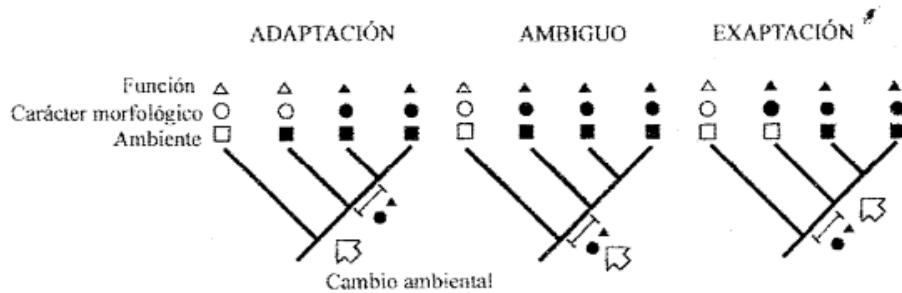
Fuente: geneticlab.letgen.org

Partiendo de la idea de la adaptación, la cladística realiza e identifica el valor adaptativo de los caracteres mediante el mapeo y el análisis de la diversificación de un **clado**⁷. Para analizar los procesos adaptativos de las especies se necesitan cladogramas para identificar los caracteres adaptativos a partir de diferentes aspectos como: origen, diversificación y mantenimiento (el tiempo que se conserva el carácter). Por lo anterior, la cladística se convierte en un elemento técnico importante porque contribuye al análisis desde los diferentes momentos que se da el origen o el cambio a través de la adaptación.

Para realizar un estudio sobre procesos adaptativos aplicando esta técnica, según Lanteri et al., (2004) es necesario: en primer lugar, construir un cladograma con caracteres que tienden al cambio, en segundo lugar, se reconocen los caracteres en estudio que han cambiado en el cladograma anterior e identificar el estado de caracteres y los nodos. En tercer lugar, se debe analizar cuantas veces surgió independientemente los caracteres que pueden ser adaptativos y reconocer o correlacionar las determinadas funciones (Figura 8).

Figura 8. Reconocimiento de las adaptaciones a través de la cladística.

⁷ Un clado es un grupo de especies que descienden de un antecesor común dado; sinónimo de grupo monofilético (Freeman y Herron, 2002).



Fuente: Lanteri et al., (2006).

Por último, para reconocer la relación entre la función y forma en los procesos adaptativos es muy importante identificar: si la función aparece primero y después el carácter morfológico asociado, es irrelevante hablar de un proceso adaptativo. Por el contrario, si aparece primero el carácter morfológico y luego la función, o si la función y el carácter morfológico aparece al mismo tiempo es posible que dicho carácter morfológico sea adaptativo (Figura 8) (Lanteri et al., 2006).

Otro aspecto importante de la cladística, es el análisis de la diversificación en clados hermanos, en torno a la correlación que puede existir entre el surgimiento de una novedad evolutiva (sinapomorfía) y el grado de diversificación por un clado determinado, es decir, se puede interpretar cuando el carácter adaptativo surge tempranamente en un grupo monofilético y este alcance una mayor diversificación a diferencia del otro clado, donde está ausente este carácter, por ejemplo, el clado cuyas especies poseen la novedad evolutiva clave, debería ser particularmente diverso y rico que las especies del otro clado, por tanto se podría evidenciar su éxito reproductivo (Mitter et al., 1988. Citado en Lanteri et al., 2006).

Para considerar esta opción, se deben realizar los siguientes pasos: (1) Se construye un cladograma y se identifican los grupos monofiléticos que poseen el carácter adaptativo, (2) Se debe identificar los grupos hermanos que carecen de dicha novedad evolutiva, (3) Se debe comparar el grado de diversificación que alcanzan los grupos monofiléticos en estudio y sus clados hermanos. (4) por último, se interpretan cual es el carácter adaptativo surge tempranamente (Lanteri et al., 2006).

ESTUDIOS COMPARATIVOS

El segundo elemento técnico se titula "Estudios Comparativos". En estos estudios se comparan individuos de diferentes especies con el objetivo de reconocer y diferenciar los cambios en los caracteres adaptativos mediante el análisis de sus estructuras y funciones. Por ejemplo, se deben estudiar ciertas formas de las especies como la cabeza, aletas, cola, disposición de las patas, conchas, entre otros. Posteriormente, se reconocen sus diferencias y semejanzas para identificar las características adaptativas de los organismos.

Para realizar el respectivo análisis de las semejanzas y diferencias, desde la anatomía comparada han surgido diferentes conceptos. En primer lugar, sí en un estudio comparativo se encuentra varias semejanzas en torno al origen de la estructura o forma de una característica de diferentes especies, se llama **homología o estructuras homólogas** aquí se puede analizar los organismos que pertenecen a un mismo linaje, es decir, desciende de un mismo ancestro en común. Sin embargo, puede que los individuos cuenten con funciones parecidas, pero, no desciende del mismo ancestro en común se llama **analogías u homoplasias** (Ibáñez y Méndez, 2014).

Resaltar que, en los procesos adaptativos se utiliza las homologías que se enfocan en las estructuras que cuenta con un desarrollo compartido, puede que estas cambien de función o disposición. De igual modo, puede que de la misma estructura surja, cambie o desaparezca el carácter (Freeman y Herron, 2002). Por lo anterior, a través de las homologías se logran reconocer las relaciones evolutivas entre el ancestro y el descendiente, esto permite identificar con datos morfológicos y/o moleculares de linajes extintos y/o existentes permitiendo indagar acerca de los procesos adaptativos de las especies.

Con este contexto, los estudios comparativos en la adaptación parte de la evolución de la forma y función de la estructura o carácter adaptativo, para ello se debe realizar un reconstrucción de árboles filogenéticos que respondan con los siguientes aspectos: primero, analizar la forma desde la morfología geométrica, con el propósito de identificar los cambios morfológicos asociados a un determinado proceso de selección, partiendo de la cantidad de variaciones de la forma en relación con el individuo y el ambiente (Ibáñez y Méndez, 2014, citado en Méndez y Navarro, 2014)

Segundo, es necesario reconocer la o las fuerzas selectivas que influye o influyeron en la forma del carácter, mediante una hipótesis del carácter eco-morfológico. Tercero se

debe encontrar en el árbol el efecto en las especies en torno al cambio o surgimiento de nuevas estructuras. Por último, se debe contar con tratamientos multivariados mediante la correlación múltiple, en relación con la emergencia o cambio de la estructura de las especies o una población partiendo de los procesos de selección y la variabilidad del grupo (Amat, 2009).

ESTUDIOS ECOMORFOLÓGICOS Y ALOMÉTRICOS

El tercer elemento técnico son los *estudios eco-morfológicos y alométricos*, que surgen de la necesidad de analizar las estructuras y sus relaciones con el ambiente. Estos estudios son empleados como herramientas en la biología evolutiva, ayudando a entender cómo las características morfológicas de una especie se adaptan a las respuestas del entorno.

Los estudios eco-morfológicos parte de las variaciones de las formas de la estructura y estas muestra una relación con el hábitat de las especies, así mismo, las especies, en su mayoría, se especializan en su ambiente. En este sentido, el estudio ecomorfológico permite definir la especie en su nicho, las competencias interespecíficas, el desplazamiento del carácter, el tiempo que genera la divergencia y los procesos evolutivos (Hernández et al., 2020).

En relación con los procesos adaptativos, a través de la técnica ecomorfológica, es necesario analizar las modificaciones morfológicas de la especie, qué pudo haberlas causado, si fueron diferentes presiones ambientales o las interacciones ecológicas entre otras especies. En este sentido De Esteban (2011) menciona que la importancia de la ecomorfología va más allá de la forma y la descripción de la morfología de las especies, sino determinar o inferir la relación con el medio. Sin embargo, no todas las morfologías cuentan con una relación, es necesario identificar las estructuras que cambia, que en su mayoría son externas para diferenciar aspectos para las relaciones que determinan la adaptación de una especie al ambiente.

Con respecto a los *estudios alométricos*, antes de reconocer para que sirve, es necesario definirlo, la alometría es una técnica que estudia las relaciones en la variación de

las magnitudes (tamaño y cuantificación de las estructuras) y las proporciones en los seres vivos en relación con su arquitectura corporal, así mismo analiza las posibles variables fisiológicas de la estructura y la cantidad de estas variaciones (Sánchez y Gutiérrez, 2020). De acuerdo con lo anterior, este método permite analizar los tamaños de los individuos de las especies en cuanto a la longitud, volumen, masa corporal y área de la superficie de contacto con el medio (Varón, 2015).

Un ejemplo del uso de los estudios alométricos es el conocimiento de los diferentes tamaños de los individuos de una especie y su relación en torno a su crecimiento y desarrollo, Varón (2015) presenta un estudio sobre el crecimiento de un ejemplar *Cytograpsus angulatus* donde se muestra la relación entre el tamaño de las extremidades y la distancia del centro con las extremidades, en los resultados de la investigación se evidenció que los tamaños y formas de las extremidades de los individuos varían en relación con de los especímenes en estudio. Ahora bien, respecto al estudio entre especies, se encuentran diferentes disposiciones de las extremidades de cada especie, donde la forma se ajusta al modo del espécimen.

REGISTRO FÓSIL

El registro fósil, es nuestro último elemento técnico, porque proporciona la evidencia en físico de que existieron organismos en el pasado. Se estudia mediante el conjunto de todas las colecciones de fósiles del mundo repartidos en miles de distintas instituciones, personas naturales o lugares de patrimonio paleontológico que datan y evidencia que la vida ha cambiado a lo largo del tiempo (Freeman y Herron, 2002).

Ahora bien, en el ámbito de la adaptación, no solo permite reconocer que hubo especies que se extinguieron, sino que los fósiles y las especies vivientes de una zona geográfica específica se encuentran correlacionadas o emparentadas y que son antepasados de estos grupos. Esto fue el resultado de diversos análisis de varios lugares, donde se localizan diferentes grupos de organismos muy familiarizados, además de contar con modificaciones en sus estructuras. (Freeman y Herron, 2002).

Otro aspecto relacionado a los procesos adaptativos con los fósiles es reconocer las formas de transición de algunas especies (estadios intermedios), ya que no se cuenta con algunos fósiles para hilar los cambios ciertos grupos (Freeman y Herron, 2002). Por ejemplo, el estudio de la variación morfológica permite identificar el cambio de una especie a otra mediante el momento que vivió el organismo extinto y el actual. (Soler, 2002).

Por último, los procesos de fosilización y los mismos fósiles permitieron generar ideas en torno a que los hábitats han cambiado de localización y características a lo largo del curso de la historia. De igual modo, la estructura del material ha generado dataciones de millones de años y conocer el posible momento del surgimiento de la vida y sus diferentes momentos de diversificación y extinción. (Freeman y Herron, 2002; Méndez y Navarro, 2014).

Los elementos técnicos consultados permiten identificar momentos precisos de los eventos que provocaron diversas adaptaciones. A su vez, estos elementos proporcionan información sobre los eventos que originaron tales manifestaciones. La integración de los elementos teóricos y técnicos posibilita establecer relaciones y explicaciones de los procesos que dan lugar a las estructuras o funciones observadas.

CONFIGURANDO LA ADAPTACIÓN COMO PROCESO

A partir de la revisión de los elementos teóricos y técnicos, con la finalidad de generar comprensiones y explicaciones sobre las adaptaciones de los gasterópodos marinos, considero que estos elementos posibilitan concebir la adaptación como proceso porque implica realizar una reconstrucción sobre los sucesos naturales que ocurren cuando se generan las adaptaciones. Esto implica reconocer diferentes aspectos como: la organización que se mantiene oculta y la visible, la estructura que se origina o está cambiando a través del tiempo (carácter adaptativo), las variaciones de las poblaciones de las especies, las condiciones que se encuentran en el ambiente y las evidencias que hacen posible reconocer los cambios en las especies.

En primer lugar, para identificar que se mantiene (organización oculta) y que se modifica (organización visible) el elemento de organización faculta reconocer qué características del organismo no cambian, con las que si pueden cambiar. Cuando inicia el cambio u origen de una estructura, se puede reconocer qué nuevas relaciones emergen entre la estructura y su función. Para ello, los estudios comparativos buscan reconocer qué semejanzas y diferencias hay en una estructura y su relación con la función.

En segundo lugar, para datar y reconocer cómo inicia el proceso, el elemento tiempo a través de sus diferentes nociones como el origen buscan reconocer los hechos que propiciaron la emergencia de la estructura de estudio. Otras nociones que pueden explicar cómo se generan estos cambios está relacionado con la inestabilidad, hechos que propician los cambios de las estructuras. A su vez un elemento técnico como el registro fósil permite identificar en que instante se puede datar la estructura y hasta qué punto se mantiene en la escala de tiempo, tanto intrínseco como extrínseco de la especie.

En tercer lugar, para el estudio de los cambios en las estructuras y funciones que se presentan en las especies (carácter adaptativo) surge la necesidad de que converjan los elementos teóricos como el tiempo, mediante la inestabilidad y contingencia, así como el tiempo intrínseco para reconocer que las especies cuentan con variaciones entre las generaciones. Esta variación también se representa en aspectos genotípicos y fenotípicos de las especies, con la finalidad de comprender la diversidad que pueden generar las adaptaciones. Esto se puede organizar mediante los cladogramas que son producidos por la cladística, aquí se puede reconocer los nodos que son los puntos de inestabilidad a lo largo del tiempo, las diversas variaciones que se pueden evidenciar en los nodos y las terminaciones permiten narrar las adaptaciones a partir de las presiones que ejercen el ambiente o procesos contingentes, que generaron gran variedad de estructuras y funciones.

Otros elementos técnicos que aportan a comprender la variación son los estudios comparativos, ya que permite realizar semejanzas y diferencias entre las especies de un grupo. Mediante los estudios comparativos y los cladogramas se puede reconocer qué estructuras han permanecido a lo largo del tiempo y han cambiado poco sus relaciones

ecológicas (noción de continuidad). Así mismo, es un punto de referencia sobre las otras especies que van desarrollando caracteres novedosos.

En cuarto lugar, Respecto a las condiciones ambientales del medio, la selección natural como elemento reconoce los posibles cambios de las especies y las presiones de selección que se encuentran en los ambientes, esto a partir de reconocer los fenómenos naturales que están generando el cambio en el ambiente y las especies que habitan allí. Generando como consecuencia eventos inestables o contingentes que dan cambios en las especies, por tanto, los estudios comparativos, ecomorfológicos y alométricos darán cuenta de los procesos que ocurrieron para que cambiara o se produjera una nueva estructura, así mismo poder indagar la relación entre las características o rasgos de la especie y el ambiente que habitan.

De igual modo, los procesos selectivos son importantes para la reconstrucción de las adaptaciones de los organismos, ya que refleja la relación bidireccional entre el ambiente y la especie. Otro elemento teórico que responde a las condiciones del medio es la extinción, que va de la mano con el registro fósil (elemento técnico), estos permitirán reconstruir los acontecimientos que llevaron a que las especies no respondieran a los procesos selectivos, allí se podría conocer qué estaba ocurriendo con las condiciones ambientales y qué generaron los procesos selectivos. Así mismo describir los sucesos que estaba ocurriendo en el planeta Tierra y en los organismos para que se generara la desaparición de los organismos.

Por último, los elementos técnicos evidencian algunos momentos de los procesos adaptativos, por ejemplo, la cladística describe cómo se dan los procesos selectivos en las especies y se evidencia en el cambio de los caracteres adaptativos, esto porque se identifica los cambios de los organismos del pasado o ancestrales con los organismos que se mantiene en otra escala de tiempo o en la actualidad. En consecuencia, se pueden crear cladogramas y árboles filogenéticos para indicar que grupos se bifurcaron y generaron nuevas estructuras, cuanto éxito reproductor tuvieron y que tiempo en han mantenido en la escala.

Con el fin de concluir la revisión disciplinar en relación con las conceptualizaciones de la adaptación, y la consolidación de los elementos teóricos y técnicos, la adaptación biológica entendida como proceso implica reconocer elementos que inciden en el cambio de la organización de la estructura visible, así como el surgimiento de las estructuras de las especies, generando diversidad, en relación con las estructuras, funciones y comportamientos de un grupo de especies. Por lo anterior, estos elementos consolidan la comprensión y generación de explicaciones sobre el objeto de estudio como proceso y su relación con los cambios morfológicos, fisiológicos o etológicos dentro de las especies.

Esto se logrará a partir de diferentes aspectos que intervienen en la adaptación, tales como: las condiciones ambientales, la variación de la estructura visible, que influyen en la evolución y extinción de las especies, los agentes selectivos que ejercen una presión sobre las poblaciones, favoreciendo la supervivencia y reproducción de ciertos individuos y las variaciones genotípicas y fenotípicas entre los individuos de una población.

Finalmente, a partir de esta profundización disciplinar y la relación entre los elementos teóricos y técnicos, considero que la adaptación biológica, es el proceso mediante el cual una especie se reorganiza a partir de su entorno a lo largo del tiempo, guiado bajo presiones de selección natural, que actúan sobre las variaciones heredables de las poblaciones de las especies a lo largo de múltiples generaciones, produciendo un cambio estructural, funcional o conductual que mejoran su capacidad de resolver problemas que le ofrece un ambiente específico.

ESTUDIO DE CASO: LAS ADAPTACIONES DE LOS GASTERÓPODOS MARINOS

En la época de Darwin, se habían descubierto fósiles de organismos marinos como conchas en los Andes en América del Sur, en los Alpes de Europa y en el Gran Cañón en el árido sudoeste norteamericano

Scott Fremman,

Los gasterópodos marinos, son objeto de estudio en el presente trabajo de grado, porque permiten reconocer la importancia de elementos teóricos y técnicos con la finalidad de comprender los procesos adaptativos y estos como ocurren en un grupo tan diverso como este. Estos organismos son muy interesantes puesto que presentan una gran variedad de formas y colores, en particular una diversidad de conchas, cuyas estructuras son sorprendentes.

Para hablar de biodiversidad marina, no es necesario remitirse únicamente a las cifras de cuántas especies hay en un país o a nivel mundial. Basta con observar la diversidad de formas de organismos que se encuentran en una visita al mar, la playa, museos o acuarios para sorprenderse. En mi experiencia de ir al mar y a los museos, identifiqué la diversidad de formas de las conchas de los caracoles, en particular, los caracoles marinos.

En consecuencia, para hablar de las adaptaciones de los gasterópodos marinos, el presente estudio de caso se encuentra organizado de la siguiente manera: ¿quiénes son los moluscos?, y ¿qué hace a un gasterópodo, gasterópodo?, que responden al elemento organización en torno a que características se han mantenido en este grupo y cuales han presentado cambios, en el caso de los gasterópodos, qué los hace novedosos al resto de los moluscos. Después se presenta el surgimiento de los gasterópodos que se asocia al océano, donde se aborda los hechos ambientales y cronológicos del surgimiento de tan especial grupo relacionando los elementos teóricos como el tiempo, la extinción y la selección, así mismo se presenta los diferentes momentos de radiaciones adaptativas y extinciones que han marcado a los gasterópodos, en especial a los marinos.

Seguidamente se presentan las condiciones ambientales que se encuentran en los océanos las cuales responden y les permite subsistir, también se muestra la diversidad

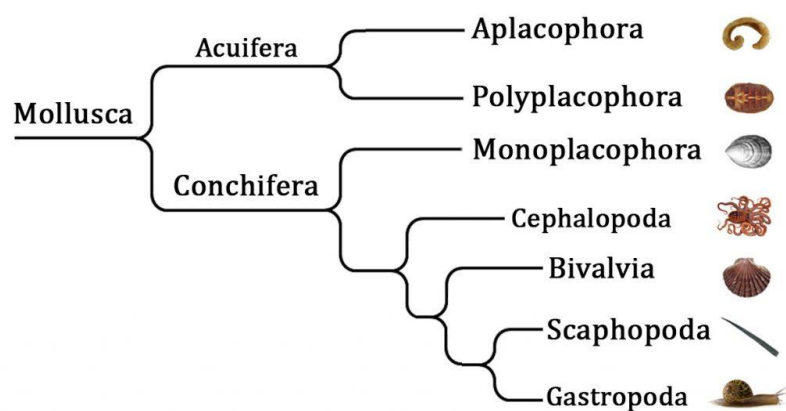
respecto a sus características y sus hábitats. Por último, se encuentran conclusiones en relación con las adaptaciones de los gasterópodos marinos en torno a la profundización disciplinar.

¿QUIÉNES SON LOS MOLUSCOS?

Los moluscos cuentan con un tipo de organización exitoso y con mayor diversificación en los animales. Se trata del segundo grupo, después de los artrópodos, en cuanto a número de especies (más de 100.000 descritas) (Díaz y Santos, 1998). Resaltar que en el territorio colombiano se han identificado 1192 especies de moluscos, en su mayoría, representa al grupo de los gasterópodos (Montoya et al., 2020).

Desde el punto de vista morfológico, los moluscos son definidos como un grupo monofilético que cuenta con siete agrupaciones o clases (Figura 9). Respecto a sus formas de vida, la mayoría son de vida libre y marinos. Cabe resaltar que algunas especies de gasterópodos y bivalvos se han extendido a aguas continentales y algunos gasterópodos han colonizado zonas terrestres (Darrigran, 2013).

Figura 9. Cladograma de los moluscos.

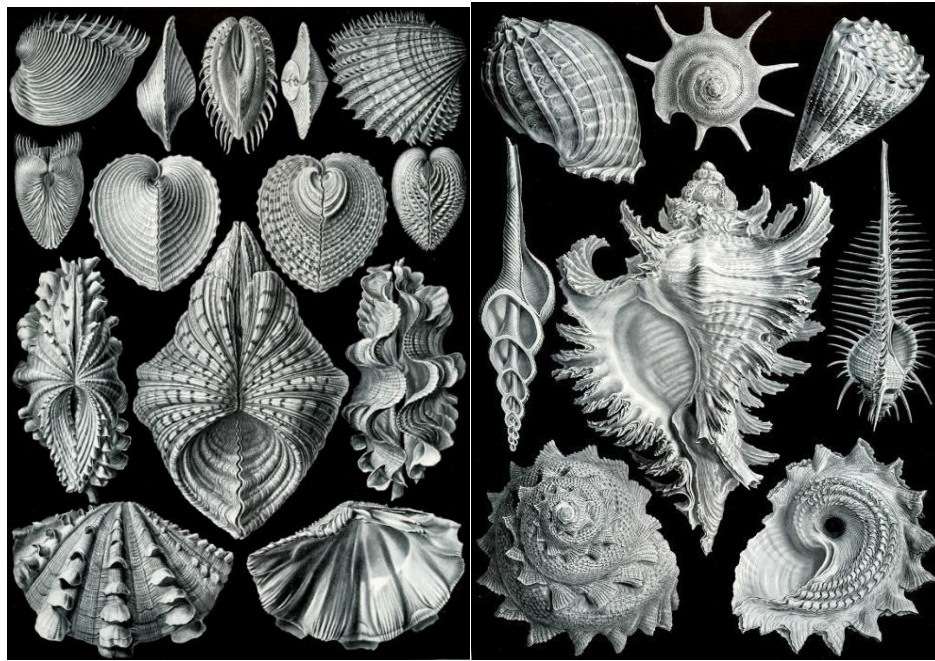


Fuente: paleo3d.uv.es

Cabe mencionar que, al detenerse a observar esta diversidad de formas, queda uno asombrado y fascinado por las estructuras particulares en cada uno de los organismos, en particular sus conchas, por ejemplo, Ernst Haeckel en su libro “The Art and Science” (Willmann y Voss, 2017) (Figura 10) ilustra detalladamente muchos organismos marinos, en

particular los moluscos se ven representadas diferentes formas, disposiciones de las crestas y dirección de las conchas.

Figura 10. Ilustraciones realizadas por Ernst Haeckel sobre las estructuras de los moluscos.

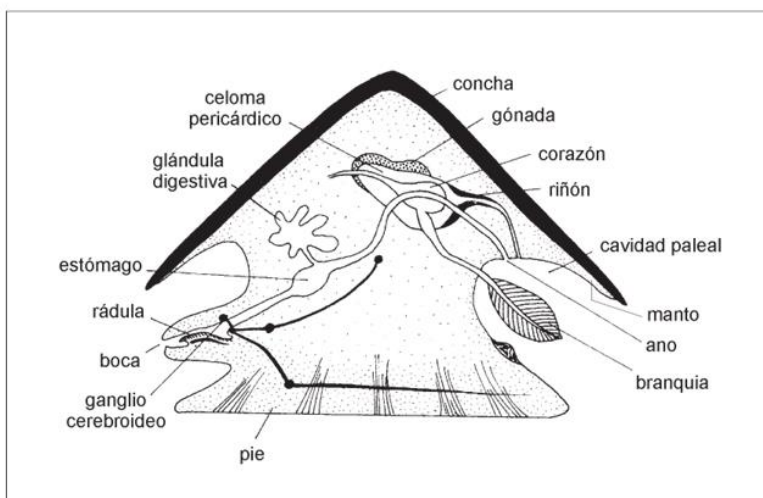


Fuente: Willmann y Voss (2017). Recuperado de: <https://shre.ink/8zSF>

Respecto con su plan de organización y para responder la pregunta que se encuentra en el título, estos organismos tienen cabeza, una masa corporal blanda y un pie muscular formando desde la superficie interior del cuerpo. Poseen esqueleto hidrostático: sus cuerpos se sostienen por la presión del fluido interno, y no por un esqueleto duro. Todos tienen manto, una capa corporal que cubre su parte superior y que puede segregar una concha. En los bivalvos (almejas y mejillones) la concha tiene dos mitades unidas por una charnela; unos poderosos músculos les permiten tenerlas cerradas durante las mareas bajas o si corren peligro. Otros poseen una pieza bucal raspadora o rádula, exclusiva de los moluscos. Los cefalópodos (pulpos, calamares y sepias) tienen mandíbulas en forma de pico y tentáculos, pero en su mayoría carecen de concha. Casi todos los gasterópodos (babosas y caracoles) tienen una sola concha, espiral en los caracoles, pero que pueden ser cónica en otras formas, como las lapas (Cousteau, 2017).

Así mismo, Según Díaz y Santos (1998) y Darrigran (2013) mencionan que las distintas especies actuales de moluscos cuentan con caracteres que los reúnen un ancestro en común (Figura 11). Estas características están presentes o se han modificado en los grupos de los moluscos (Tabla 3).

Figura 11. *Posible ancestro en común de los moluscos.*



Fuente: Díaz y Santos (1998).

Tabla 3. *Características presentes en la mayoría de los moluscos y que tuvo el ancestro en común.*

Rádula	La Rádula es una característica presente en la mayoría de los moluscos, también llamada cinta raedora provista de dientes quitinosos, esta estructura actúa como órgano raspador durante la toma de alimentos. Esta se forma a partir de un saco profundo, denominado saco de la rádula que se encuentran en la parte posterior de la cavidad bucal (Ruppert & Barnes, 1995).
Manto	También conocida como Palio, es un tejido epidérmico que secreta la concha del animal, y separa las vísceras y la concha. También soporta las branquias de los organismos y los orificios de la salida del tubo digestivo y del celoma (Ruppert & Barnes, 1995; Díaz & Santos, 1998).
El pie	Es una estructura muscular plana de expansión post-oral y ventral, que permite en los organismos desplazarse, atrapar presas y defenderse. El pie es fácilmente identificado en la mayoría de las clases, pero en los grupos más básicos de moluscos puede reducirse

	a una quilla estrecha como en los Solenogastros ⁸ (Solenogastres) o desaparecer por completo como en los caudofoveados ⁹ (Caudofoveates) (Darrigran, 2013).
Concha	La concha es una estructura que sirve de soporte y protección a la masa visceral de los organismos, resaltar que esta se forma en la parte externa del manto, esta concha tiende ser ovalada, convexa o espiralizada. Las conchas son calcáreas y están compuestas por carbonato de calcio. (Ruppert & Barnes, 1995; Díaz & Santos. 1998).

Fuente: elaboración propia

¿QUÉ HACE A UN GASTERÓPODO, GASTERÓPODO?

Aunque esta pregunta puede ser muy compleja, intentar responderla parte de comprender que características están relacionadas a la organización oculta de los gasterópodos, es decir que funciones y estructuras han sido inalterables a través del tiempo, así mismo dar cuenta de qué y por qué cambian las estructuras, permitiendo identificarlo de otros grupos de los moluscos. Por lo anterior, el grupo Gasterópoda significa “pie de vientre” es decir se caracterizan por contar con una gran superficie muscular ubicada en su parte ventral, la mayoría de los gasterópodos cuentan con una sola concha y un opérculo en su etapa larval y haber sufrido torsión la larva (Aktipis et al., 2008).

Este grupo de organismos cuenta con una gran diversificación, esta presente en todos los ambientes marinos, dulciacuícolas y terrestres, actualmente hacen presencia en todos los continentes a excepción de la Antártida, cabe mencionar que son los únicos moluscos que han invadido la tierra (Aktipis et al., 2008).

De acuerdo con lo anterior, preguntarse ¿qué hace un gasterópodo, gasterópodo? parte de la idea de Jacob en torno a que los organismos los hace entes organizados, el medio, la estructura y la función. En este sentido, se considera que el medio donde habita los caracoles debe estar relacionado a un medio acuoso, respecto a la estructura, se relaciona con el pie, el

⁸ Según Hickman (2001), los solenogastros pertenecen a la clase (*Neomeniomorpha*) estos presentan ausencia de concha, cabeza y órganos excretores y reducción de la rádula, el manto se encuentra cubierto con escamas o espículas y a veces con estructuras secundarias respiratorias que reemplaza a la branquia. El pie es representado por un largo y estecho surco.

⁹ Según Hickman, (2001), los caudofoveados pertenecen a la clase *Chaetodermomorpha*, son organismos que le faltan la concha, la cabeza y los órganos excretores, casi siempre con rádula, manto con cutícula quitinosa y escamas calcáreas. También una modificación en la boca, ya que cuenta con una especie de escudo y presenta sexos separados.

manto y la producción de la concha, a nivel de función se relaciona con las relaciones de estas estructuras en torno al sostén, equilibrio y protección.

Un mundo acuoso

En primer lugar, se destaca la importancia del agua para que estos organismos puedan habitar en diferentes ambientes, por ello, se pueden encontrar varias especies marinas que se han adaptado a vivir sobre cualquier tipo de sustrato, así como la vida en aguas abiertas. También algunas especies de este grupo han invadido las aguas salobres y dulces, y los gasterópodos pulmonados han conquistado el medio terrestre tras perder las branquias y convertir la cavidad paleal en un pulmón. (Ruppert y Barnes, 1996).

Sin embargo, en varios ambientes terrestres no cuenta con su presencia, esto porque algunos ambientes cuentan con estrés hídrico o por factores tales como el contenido del mineral del suelo, las temperaturas y la acidez extrema (Hickman et al., 2001). Por lo anterior, los organismos del grupo de los gasterópodos se pueden encontrar en hábitats que cuenten con unos mínimos de humedad, como: charcos, lagos, bosques, pastos, bajo las rocas, en los musgos, en los árboles, bajo tierra, hasta desiertos han intentado otros modos de vida, excepto la locomoción aérea, en consecuencia, han generado estrategias para evitar la desecación o pérdida de agua (Hickman et al., 2001).

Sostén, equilibrio y protección

En segundo lugar, todos los organismos de este grupo presentan un sistema que brinda rigidez y forma, a su vez poseen con estrategias que permite su desplazamiento mediante estructuras de soporte (Dando y Buchell, 1996). En este caso, los gasterópodos disponen de varias estructuras que en conjunto brinda soporte y protección.

De acuerdo con lo anterior, estas funciones están relacionadas con mantener en equilibrio de los organismos, les sirve de protección ante agresiones externas y agentes mecánicos, permite mantener la organización de sus estructuras internas y su crecimiento, así mismo generar una consistencia y mantener una estabilidad, en algunos casos proporcionar movimiento (Escaso, et al., 2010).

Por consiguiente, los gasterópodos cuentan con varias estructuras que mantiene al organismo un equilibrio dinámico, entre ellas cuentan con un sistema circulatorio abierto que también sirve como soporte hidrostático, tienen un manto y concha que sirve de protección de los órganos, por ejemplo, el manto protege y organiza la parte visceral de todos los gasterópodos (Brusca & Brusca, 2005).

La relación entre el pie, el manto y la concha

La relación entre el pie, el manto y la concha parte de la organización de este grupo de animales, el pie es una característica propia de los moluscos, en particular los gasterópodos porque ayuda a la locomoción del animal, cuenta con estructuras para mantener el equilibrio (Estatocistos) y puede secretar un moco lubricante (baba) para que el movimiento sea más fácil (Brusca, Giribet y Moore, 2023).

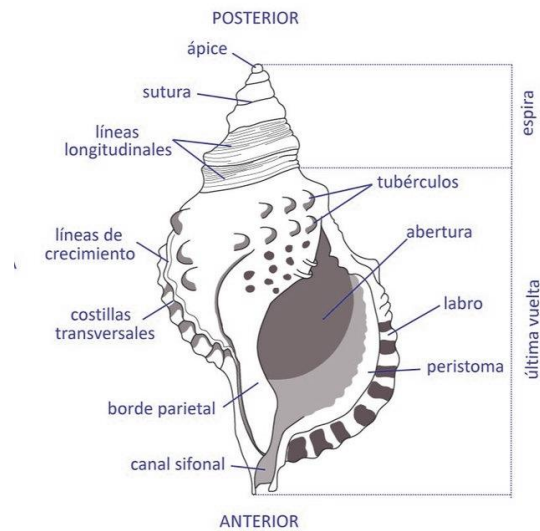
Respecto al manto, es un órgano central entre el pie y la concha ya que se relaciona estas estructuras para el soporte de los organismos, también cumple otras funciones como formar la cavidad paleal donde se resguardan la mayoría de masa visceral, en particular los ctenidios; también ayuda al crecimiento y desarrollo de la concha, ya que le aporta material mineral para su formación, esto en relación con la abertura interna y externa por último cuenta con modificaciones para mantener las toxinas que le sirve de defensa en los nudibranchios. (Ruppert y Barnes, 1996; González, et al., 2020).

Respecto a la concha, es única y presente, está formada por calcio y es su principal defensa contra depredadores y condiciones ambientales. Estas estructuras son extraordinariamente variables en este grupo, ya que pueden llegar a medir hasta 40 cm (dependiendo de la especie) y tener formas espirales, cónicas, enrolladas alrededor de una estructura, llamada columela (Aktipis, et al., 2008; Brusca y Brusca, 2005).

Con relación a la estructura de la concha, tiene cuatro capas, la primera es el periostraco externo, consistente de una capa de proteína delgada, debajo de esta capa se encuentra otra de carbonato de calcio externa, en el interior de esta capa se encuentran dos láminas de cristales entre proteínas y carbonato de calcio, estas se superponen a una delgada matriz orgánica de la concha (Dando y Buchell, 1996).

Respecto a su forma, parece un tubo que da varias vueltas, allí está contenida la masa visceral. La concha inicia desde el ápice, constituido por unas vueltas pequeñas y antiguas, después se encuentran una serie de vueltas que aumentan de tamaño y que giran alrededor de un eje central, el eje central es llamado “columela”. Finalmente se encuentra en disposición la última vuelta, es la más grande y termina en un orificio (que varía de tamaño), esta parte se llama abertura. Por medio de esa parte sale la cabeza y el pie del organismo. Así mismo todas las vueltas situadas por encima de la vuelta del cuerpo forman la espira (Figura 12) (Ruppert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005).

Figura 12. *Partes de las conchas de los caracoles.*



Fuente: recuperado de researchgate.net. Antonio-Arillo.

Las conchas presentan diferentes características, entre ellas, estas se encuentran enrolladas en el sentido de avance de las agujas de reloj y en sentido contrario (Figura 13). Estas se nombran, si tienen una espiral dextrorsa (hacia la derecha) sinistrorsa (hacia la izquierda). Es importante mencionar que la mayoría de los gasterópodos son dextrorsos, mientras que solo unos pocos son sinistrorsos y algunas especies tienen individuos con ambos tipos de enrollamiento (Ruppert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005).

Figura 13. *La dirección del enrollamiento de las conchas.*



Fuente: th. Bing.com.

¿QUÉ HACE DIFERENTES A LOS GASTERÓPODOS?

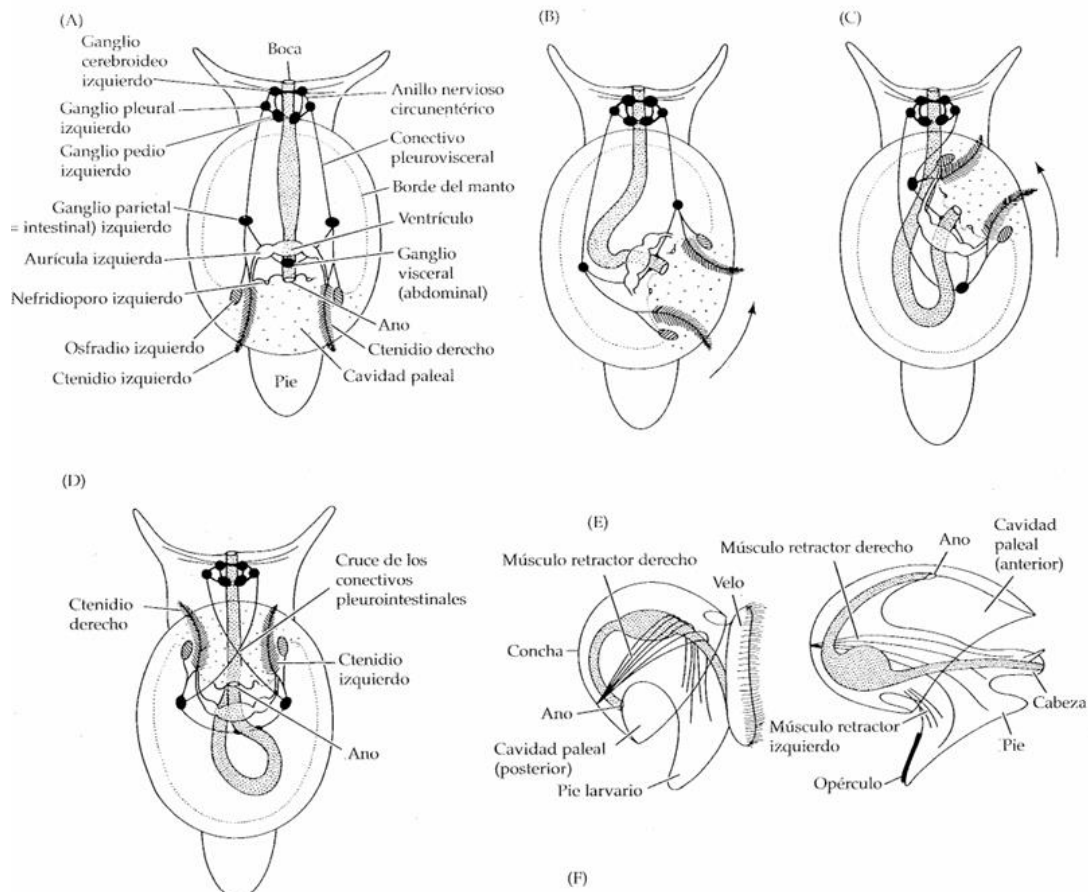
Ahora bien, ya se preguntó qué características se han mantenido en los gasterópodos, pero qué les ha permitido ser diferentes, qué cambios se encuentran en su estructura visible, este grupo ha presentado diferentes cambios, en primer lugar, estos organismos se distinguen porque sufren una torsión durante su desarrollo, esto ocurre generalmente durante la última etapa larval, llamada veliger. A lo que llamamos torsión, es a la rotación de 180° de la masa visceral respecto a la cabeza y el pie muscular (Figura 14). Es importante mencionar que los opistobranquios se desenroscan secundariamente en etapas post-larvarles y se destuercen parcial o completamente como adultos (Aktipis et al., 2008).

Según Ruppert y Barnes (1996) “cada una de las vueltas, la espira, está rodeando de forma externa y completamente a la anterior, en un mismo plano (Algo similar a lo que puede verse cuando se enrolla una manguera sobre el suelo)”. (p. 381). Cabe resaltar que la mayoría de los gasterópodos sufren una torsión en el cuerpo, sin embargo, no se debe confundir con el enrollamiento de la concha, según las pruebas que se encuentran disponibles la concha evoluciona antes de producirse la torsión, es decir, la torsión y el enrollamiento de la concha son fenómenos evolutivos independientes (Ruppert y Barnes, 1996).

En segundo lugar, estos organismos presentan un enrollamiento de la concha, ha sido resultado de eventos evolutivos y adaptativos, donde ha resultado en la reorganización de los órganos, o estos se han reducidos o ausentes en el lado del cuerpo. Estas modificaciones han

sido de la organización de los órganos de la cavidad del manto en los gasterópodos, generando en la pérdida independiente de la estructura correcta en la mayoría de los linajes esto permitió mayor locomoción y equilibrio en este tipo de organismos (Ruppert y Barnes, 1996; Brusca y Brusca, 2005).

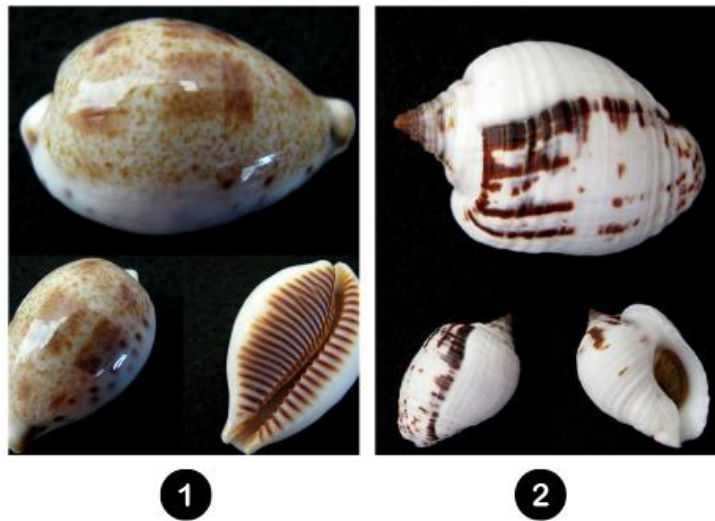
Figura 14. *Torsión de los caracoles. Gasterópodos adultos antes y después de la torsión. (A-D) vistas dorsales a los cambios de un gasterópodos hipotético durante la torsión. (E) vista lateral de Larva velígera antes y después de la torsión.*



Fuente: Brusca y Brusca (2005).

En tercer lugar, considero que una característica de estos organismos es la diversidad de conchas, como ya vimos estas cuentan con una constitución, pero varía de formas y estructuras, por ejemplo, el perióstraco (capa externa de la concha) es ausente en las porcelanas, quedando expuesta la capa de carbonato de calcio que es brillante o, por el contrario, en los bucinos el perióstraco rugosa y engrosada (Figura 15) (Ruppert y Barnes, 1995).

Figura 15. Tipo de estructuras de las conchas. 1) concha de las porcelanas, brillante que no cuenta con perióstraco. 2) concha de los bucinos, cuenta con un perióstraco rugoso y grueso.



Fuente: zaursHELLS.ru

A través de documentación en relación a la estructura de la concha, se puede indagar sobre las variaciones que se presentan en las diferentes especies de los gasterópodos, en particular, los caracoles y babosas marinas, esto para comparar (Estudios comparativos) que especies pueden tener la concha alargada o delgada con las torrecillas (Figura 16-1), corta o ancha como las peonzas (Figura 16-2), conchas cónicas como las lapas o especies que la última vuelta de la concha no sale de forma lateral, sino es una hendidura alargada como las porcelanas, olivas y conos (Figura 16-3). Además, propicia a preguntarse de grupo de especies que cuenta con una concha suelta o sin presencia de ella como los nudibranquios (Figura 16-4).

Figura 16. Tipo de conchas de los gasterópodos marinos. 16-1) concha de Torrecillas. 16-2) concha de peonzas. 16-3) concha de un caracol cono. 16-4) nudibranquio sin presencia de concha.



Fuente: Lijkmool.net.com

SURGIMIENTO Y DIVERSIFICACIÓN DE LOS GASTERÓPODOS MARINOS

Para reconocer los procesos adaptativos, es necesario hablar sobre la historia natural de los gasterópodos. Su origen se remonta al periodo del Cámbrico en la era Paleozoica, siendo un grupo muy rico en registro fósil, se dice que es un grupo monofilético desde el ámbito morfológico, esto porque se han encontrado evidencias que los primeros gasterópodos surgieron de un ancestro común con los monoplácoforos¹⁰. Estos primeros fósiles contaban con características exclusivamente marinas y un plano piral simétrica (Frýda, et al., 2008). En este periodo, se presenta una radiación adaptativa de este grupo, ya que, por la desaparición de diversos organismos en el Precámbrico, permitió que los gasterópodos de esta era pudieran por procesos contingentes ocupar estos diferentes entornos.

Respecto a cómo eran los organismos gasterópodos, los especialistas consideran que son organismos con conchas pequeñas de formas cónicas, antepasados de los organismos

¹⁰ Los monoplácoforos, es un grupo de organismos marinos pertenecientes de los grupos marinos, su concha parece un sombrero cónico, que protege todo su cuerpo, habitan en las profundidades del océano (Brusca y Brusca, 2005).

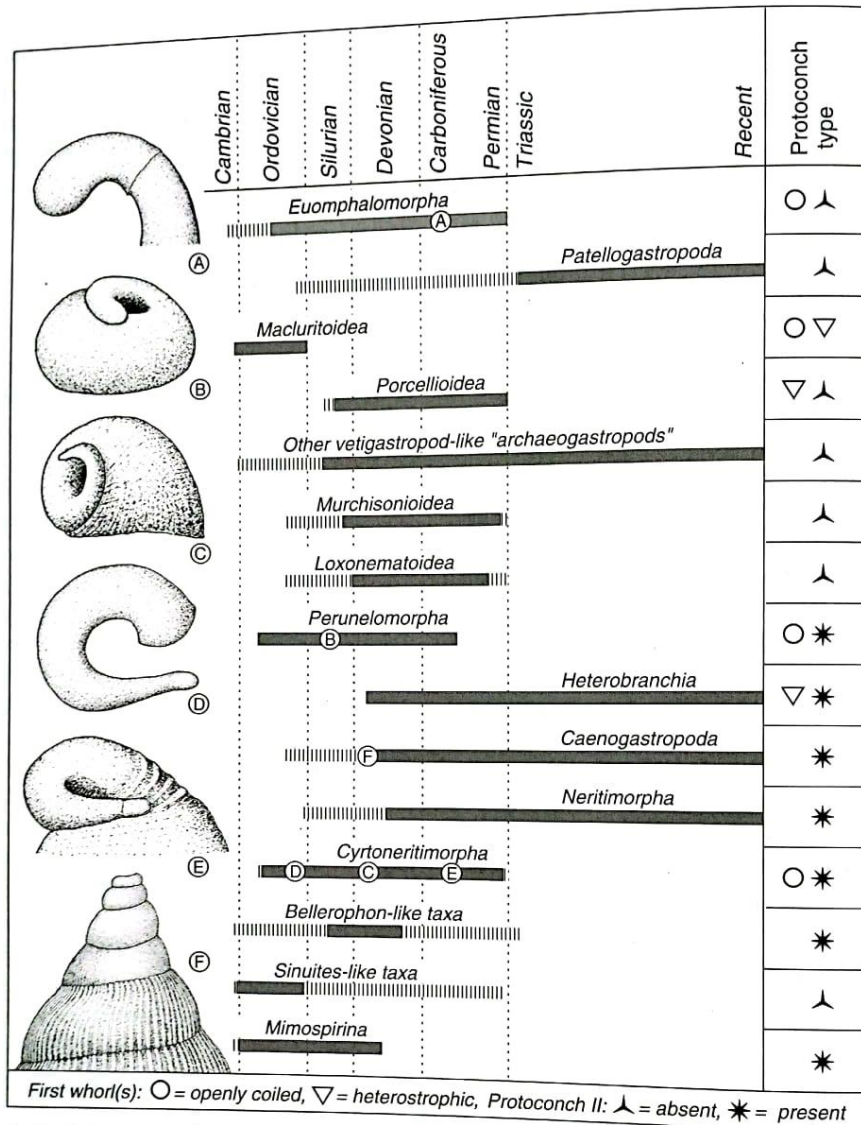
patelogastrópodos y vetigastropodos (Véase Tabla 4), también en este periodo se encuentra registro fósil se relacionado al enrollamiento de la concha (Frýda et al., 2008).

Después de su surgimiento en el periodo Cámbrico, este grupo han presentado diferentes extinciones y diversificaciones importantes en el tiempo geológico, en el periodo Ordovícico de la era Paleozoica, se presenta diferentes eventos físicos que se presentaron como fragmentaciones continentales por terremotos y actividad volcánica, generando un aumento de la temperatura en las aguas costeras, aumento de nutrientes en los mares y el surgimiento de mares pocos profundos y expansión del fondo marino (Levin y King, 2016). Esto permitió la diversificación de especies, géneros, familias y ordenes de los animales, en particular gasterópodos marinos, entre ellos los primeros caenogastropodos y heterobranquios (Levin y King, 2016). que se mantuvieron y se diversificaron durante el periodo Silúrico, cabe mencionar que, durante este periodo se presenta una alta diversificación de organismos con conchas enrolladas y espiralizadas (Figura 17) (Frýda et al., 2008).

Respecto a las extinciones, en la era Paleozoica se presentan dos momentos de extinciones masivas donde se evidencian situaciones de inestabilidad y selección, llevando a la extinción de algunas especies y la adaptación de otras. La primera extinción generalizada en varias especies de los gasterópodos se presenta en el Devónico tardío, en este periodo se extendió las glaciaciones en diferentes partes de mundo, generando cambios climáticos y la pérdida del dióxido de carbono de la atmosfera terrestre, generando diferentes presiones selectivas y la desaparición de algunos grupos marinos, entre ellos, varias especies de braquiópodos, goniatites, trilobites, conodontos y placodermos (Levin y King, 2016).

Otro evento que genero cambios en las condiciones ambientales de los ecosistemas del planeta ocurrió en el periodo Pérmico, una de las peores extinciones que generó la extinción del 96% de las especies marinas. Esto sucedió por el calentamiento global, como consecuencia de las actividades volcánicas masivas y prologadas, que se extendió por todo el planeta. Esto generó la interrupción en la circulación y la perdida de oxígeno en las aguas oceánicas (Levin y King, 2016), alterando las condiciones ambientales y la extinción de muchos organismos marinos, entre ellos varias especies y géneros de los gasterópodos marinos.

Figura 17. Origen de diferentes grupos de gasterópodos en torno al tiempo geológico.



Fuente: Frýda et al., (2008).

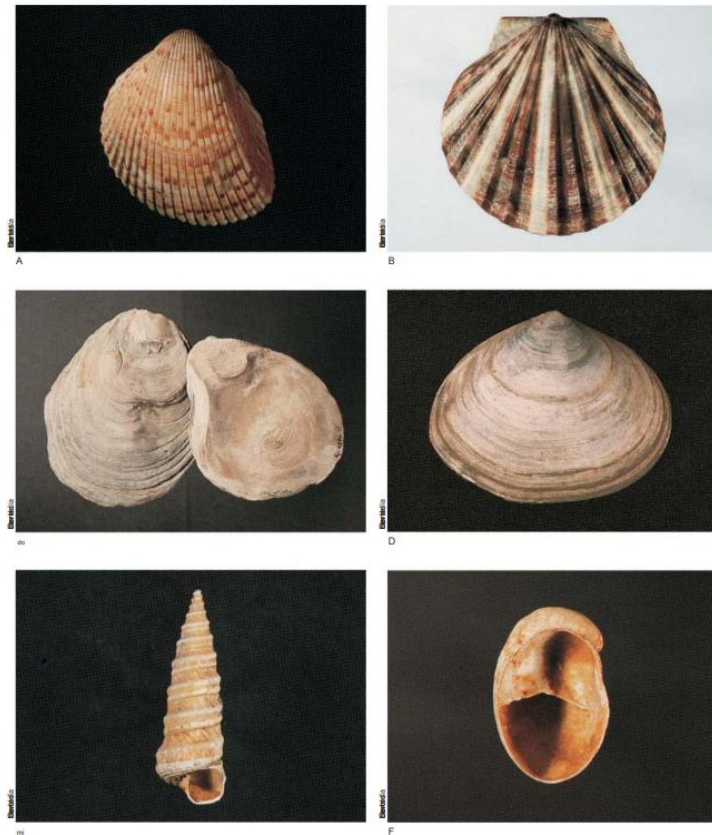
Después de la extinción del Pérmico, surge la Era Mesozoica, allí emergieron y se diversificaron muchas especies de invertebrados marinos, reptiles y peces. Esto se debe a eventos relacionados al clima en relación con la configuración y nuevos ambientes del océano y los continentes, el contenido de sustancias en la atmosfera, la temperatura de los océanos permaneció cálido (Levin y King, 2016). Respecto al grupo de estudio, abundaron durante esta era, se tiene registro de su gran diversidad se relacionaba a diversas playas y sedimentos que se encuentran en los ambientes rocosos oceánicos, se presenta una alta diversidad en el periodo Triásico ya que surgieron varios grupos de gasterópodos con una alta variedad de

conchas alargadas y helicoidales, al parecer de zonas de arrecifes de coral y ambientes marinos pocos profundos (Levin y King, 2016); Según los especialistas surgieron los antepasados de los caracoles presentes en nuestra era, como los neritiformos que son parientes de los actuales caracoles neritas (Véase Tabla 4) (Frýda, et al., 2008).

Sin embargo, en la era Mesozoica también se presentaron hechos fortuitos que generaron la extinción de los dinosaurios y los grandes reptiles marinos, esto se debió al impacto del meteorito que provocó una liberación masiva de dióxido de carbono, gases de las rocas vaporizadas y varias toneladas de fragmentos y partículas de polvo. Esto generó cambios en la atmosfera del planeta y condiciones desfavorables que cambiaron repentinamente las condiciones de los ambientes naturales (Levin y King, 2016); En relación con los organismos marinos, extinguió cerca del 50% de las especies, cabe resaltar que algunas especies de gasterópodos resultaron afectados, pero otros lograron mantenerse y diversificarse (Levin y King, 2016).

Los que lograron subsistir al final del periodo Cretácico, lograron diversificarse en la era Cenozoica, esto porque en los océanos se mantuvieron unas condiciones que permitieron que surgiera una variedad de invertebrados marinos, entre ellos los corales modernos, diversidad de briozoos, equinodermos y crustáceos. Respecto a los gasterópodos, al igual que los bivalvos son grupos dominantes de los moluscos del era Cenozoica, su rango de adaptación es asombroso, tuvieron una radiación adaptativa amplia, las conchas de los moluscos del Cenozoico se parecen mucho a las que se encuentran a lo largo de las costas actuales (Levin y King, 2016). Este periodo marcó un aumento significativo en la diversidad de gasterópodos, ya que se registraron numerosas especies fósiles que son estrechamente relacionadas con las formas actuales, la adaptación a diversos ecosistemas, desde ambientes acuáticos hasta terrestres, contribuyó a su éxito evolutivo (Aktipis et al., 2008).

Figura 18. *Fósiles de diferentes gasterópodos marinos del Mesozoico.*



Fuente: Levin y King (2016).

CONDICIONES AMBIENTALES DE LOS OCÉANOS

Actualmente los ambientes marinos y costeros son dinámicamente complejos y heterogéneos, sin embargo, cuentan con diferentes condiciones que regulan la vida de los organismos marinos y generan ciertas presiones que generaron la adaptación de estos organismos. Estas características son la salinidad, en relación con la regulación de sales en el cuerpo; la temperatura, en relación a la profundidad y área de ubicación de los organismos; nutrientes, donde en el océano se presenta de diferentes formas los nutrientes, tanto en zonas de circulación, zonas de afloramiento o surgencias y en las diferentes cadenas alimenticias y por último, la luminosidad a los lugares que se presentan entrada de luz como la zona fótica afecta en la distribución de los organismos (CCO, 2013).

En relación con lo anterior, los gasterópodos en la era actual presentan una gran diversificación, permitiéndole ocupar casi todos los hábitats marinos y costeros, desde las aguas superficiales hasta las profundidades abisales, respondiendo con diferentes estrategias que les permite mantener la temperatura, regular la salinidad y captar los nutrientes. Por tanto, se pueden encontrar especies en los arrecifes de coral, de colores brillantes que se alimentan de algas, esponjas y pequeños invertebrados. Otros ambientes superficiales que se pueden encontrar son los ambientes intermareales, allí los organismos viven adheridos al sustrato que resisten a la acción de las olas y a la desecación cuando hay mareas bajas (CCO, 2013; Levinton, 2014).

Otros ambientes que se han diversificado los gasterópodos son organismos que se entierran en el sustrato, o se encuentran en las profundidades del océano, especialmente en fuentes de hidrotermales donde se alimentan de bacterias quimiosintéticas para obtener su energía (CCO, 2013; Levinton, 2014).

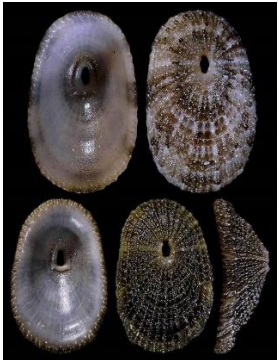


DIVERSIDAD Y FILOGENIA DE LOS GASTERÓPODOS

Respecto a su diversidad, los gasterópodos son los moluscos más numerosos, incluye 40.000 especies, los cuales los representa con el segundo que contiene mayor diversidad de especies marinas descritas (Aktipis et al., 2008).

Respecto a su clasificación se reconocen tres tipos de gasterópodos como son los prosobranquios donde se encuentran la mayoría de subclase, la mayoría son marinos, todos cuentan con concha. Por otro lado, se encuentran los Opistobranquios, también son todos marinos e incluyen a las babosas marinas, liebres marinas, mariposas marinas, los nudibranquios y conchas canoa. Por último, se encuentran los pulmonados que contienen la mayor parte de las formas dulceacuícolas y terrestres (Hickman et al., 2001).

Sin embargo, este tipo de clasificación ha sufrido cambios en torno al reconocimiento de la historia evolutiva y características de las especies de este grupo, por lo cual se ha dividido en las siguientes subclases Patellogastropoda (lapas verdaderas), Vetigastropoda (incluye abalones, caracoles orejas de mar), Neritimorpha (caracoles neritas), Caenogastropoda (el mayor grupo de caracoles marinos) y Heterobranchia (babosas de mar, babosas y caracoles terrestres) (Tabla 4)

Tabla 4. Clasificación actual de los gasterópodos.

Subclases	Características	Imagen
<p>Patellogastropoda</p>	<p>Conchas en forma de sombrero. La concha es porcelánica, no nacarada y no presenta opérculo. Cuentan con una rádula docoglosa (rígida y raspante). Se encuentran en sustratos rocosos intermareales. Son en su mayoría marinos. El más antiguo está datado en el periodo Triásico. Aunque sus antepasados se remontan al paleozoico y se dice que fueron de los primeros gasterópodos (Eogastropoda) (Brusca y Brusca, 2023; Aktipis et al., 2008).</p>	<p>Figura 19. <i>Lapas verdaderas</i> (Familia Patellidae)</p>  <p>Fuente: zap.aeiou.pt</p>
<p>Vetigastropoda (Vetigasterópodos)</p>	<p>Son un grupo grande y diversos de los gasterópodos marinos. Conchas hendidas. Cuentan con conchas porcelánicas y nacaradas. Se caracterizan por la posición paleal de las glándulas renales. Se encuentran en sustratos rocosos, tanto sobre los sedimentos blandos y se han encontrado en profundidades marinas. Estos también han logrado llegar a respiraderos hidrotermales de aguas profundas (Brusca, Giribet y Moore, 2023; Aktipis, et. al, 2008).</p>	<p>Figura 20. <i>Atolones</i> (Familia Haliotidae).</p>  <p>Fuente: zap.aeiou.pt</p>
<p>Neritimorpha (neritimorfos)</p>	<p>Son en su mayoría marinos. Presenta concha enrollada, no son tan espiralizadas, concha porcelánica. Tiene rádula en forma de escoba en forma de fila los dientes (ripidoglosa). Tienen un opérculo excéntrico. Se pueden encontrar en sustratos duros. Los registros de estos organismos están relacionados al</p>	<p>Figura 21. <i>Caracoles Neritas</i> (Familia Neritidae).</p>  <p>Fuente: propia.</p>




	<p>paleozoico. (Brusca, Giribet y Moore, 2023; Aktipis, <i>et. al.</i>, 2008).</p>	
<p>Caenogastropoda (Cenogasteropodos)</p>	<p>Concha principalmente porcelánica, opérculo usualmente presente. Los ctenidios de estos gasterópodos se encuentran en una sola en la cavidad paleal izquierda.</p> <p>Son el grupo más diverso de los gasterópodos y tienen éxito en todos los hábitats principales, la mayoría son marinos.</p> <p>Los primeros organismos se remontan al periodo Silúrico y principios del periodo Devónico. Resaltar que de los grupos actuales tuvieron una radiación adaptativa en el periodo Cretácico. (Brusca, Giribet y Moore, 2023; Aktipis et al., 2008).</p>	<p>Figura 22. <i>Caracol murex (Familia Muricidae)</i></p>  <p>Fuente: propia.</p> <p>Figura 23. <i>Caracol Cono (Familia Conidae)</i>.</p>  <p>Fuente: propia.</p> <p>Figura 24. <i>Caracol oliva (Familia Olividae)</i>.</p>  <p>Fuente: zap.aeiou.pt</p>

Figura 25. *Caracol porcelana*
(Familia Cypraeidae).



Fuente: propia.

Figura 26. *Caracol tona* (Familia
Tonnoidea).



Fuente: propia.

Figura 27. *Caracol pala* (Familia
Strombidae).






Fuente: propia.

Figura 28. *Caracol turbante*
(Familia Turbinidae).



Fuente: propia.

<p>Heterobranchia (Heterobranquios)</p>	<p>En este grupo se encuentran organismos opistobranquios (nudibranquios) y los pulmonados (babosas y caracoles pulmonados). Se caracteriza por tener un ctenidio verdadero. Se caracterizan por contar con una concha lavaria sinistral y un manto pigmentado. Los opistobranquios tienen vida libre o viven cerca del sustrato y los pulmonados, tienen vida terrestre (Brusca, Giribet y Moore, 2023; Aktipis <i>et al.</i>, 2008).</p>	<p>Figura 29. <i>Nudibranquios pelágicos</i> (Familia Glaucidae).</p>  <p>Fuente: español.com</p> <p>Figura 30. <i>Bailarinas españolas</i> (Familia Hexabranchidae).</p>  <p>Fuente: Reefcolors.com</p> <p>Figura 31. <i>Liebres de mar</i> (Familia Aplysidae)</p>  <p>Fuente: Reefcolors.com.</p>
---	--	---

Fuente: Producción propia

A través de las formas de vida de estos organismos se puede evidenciar la diversidad de formas y estructuras, por ejemplo, la enorme variedad de colores tanto de los nudibranquios como la bailarina española y los nudibranquios pelágicos, o los colores de las conchas de porcelana. Respecto a las formas, a través de las conchas se pueden evidenciar las crestas que cuentan como los caracoles murex o la forma cónica de las lapas verdaderas o la forma de oreja como los *halotis*.

Respecto al tamaño se puede ver lo grandes que pueden ser las conchas de los caracoles tona y pala. Así mismo la forma de abertura de las conchas en relación con los caracoles neritas que es diferente a la abertura de las olivas o los caracoles porcelanas. Por último, se puede apreciar si estas cuentan con enrollamiento como las conchas de los caenogasteropodos, o las formas de las cónicas de los patelogasterópodos, así mismo que no se presenta la torsión en las lapas, y los nudibranchios.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Con la finalidad de relatar los procesos adaptativos en los gasterópodos marinos los elementos teóricos y técnicos propuestos permitieron reconocer las adaptaciones de los gasterópodos a partir de: reconocer la modificación y disposición de las estructuras, permitió realizar un recorrido cronológico en el tiempo de los cambios y diversificación del grupo, así mismo se identificó algunas características ambientales de los océanos primitivos y actuales que generaron las presiones selectivas y a su vez el cambio de las estructuras de los organismos o la extinción de otras.

Por lo tanto, los gasterópodos marinos han presentado varios procesos adaptativos, entre los cuales considero la protección, la desecación, el equilibrio y la locomoción, estas dando respuesta a las condiciones selectivas y procesos contingentes presentes en el ambiente.

En primer lugar, la torsión la considero como un proceso adaptativo en los gasterópodos, debido a su presencia en este tipo de organismos, posibilitándoles protección de sus órganos vitales para su supervivencia, este proceso es característico y se mantiene en la mayoría de este grupo. A su vez los organismos que tienen presente esta torsión en su fase adulta han desarrollado estrategias para mantener unas conchas más fuertes o de diferentes tamaños, generando mayor protección a la parte visceral y al manto que protege los órganos (Brusca y Brusca, 2005).

Es importante mencionar que los nudibranchios en su fase adulta no presenta torsión, y mucho menos concha, sin embargo, cuentan con estructuras en el manto para mantener las

toxinas, que en su mayoría son venenosas que les permite protegerse de cualquier depredador, resaltar que la mayoría provienen de toxinas de organismos que consumen, como de cnidarios. Este proceso se relaciona primero la radiación adaptativa que hubo en el periodo Ordovícico, los otros ambientes que presentaban una alta cantidad de nutrientes y su defensa en otros organismos que competían por el espacio (Aktipis et al., 2008).

En segundo lugar, considero que, para mantener un equilibrio, este grupo desarrolló un enrollamiento en las conchas, y al igual que la torsión, posibilitaron cambios corporales generando una consecuencia mejorar la locomoción y exploración de diferentes nichos (Ruppert y Barnes, 1995). aunque algunos autores mencionan que todavía falta una correlación en relación con la forma y la morfología de la concha, el enrollamiento permitió la ubicación en un lugar específico del cuerpo y que la concha tuviera un crecimiento mayor, a diferencia de las lapas que sus conchas crece hasta cierto termino (Ruppert y Barnes, 1995).

Respecto al surgimiento de la concha en los gasterópodos, se presentan diferentes estructuras que se relaciona a la protección de los depredadores, esto por la cantidad de capas de calcio y sus crestas protuberantes. También se ve que hay relación a hábitats específicos como las lapas y las neritas que se pueden encontrar en zonas intermareales y rocosas que soportan el oleaje y las mareas. Por último, se encuentran conchas que permiten el nado de ciertos caracoles en zonas pelágicas. Es importante mencionar que durante la revisión el surgimiento de la primera concha en los gasterópodos primitivos no es solo por procesos adaptativos, puede existir otros procesos evolutivos que impulsó a su emergencia.

En tercer lugar, hubo diferentes radiaciones adaptativas ligadas a nutrición y la locomoción, con respecto a la nutrición este grupo presentó varias diversificaciones como pastoreo de diatomeas, bacterias y otros microorganismos (caracoles neritas, litorinas), a organismos que son omnívoros y carnívoros (caracoles murex, conos, nudibranchios). Por ejemplo, varios grupos de vetigasteropodos, heterobranquios y cenogasteropodos se alimentan exclusivamente de animales coloniales, mientras que algunos hetrobranquios y cenogasteropodos han pasado a presas móviles.

Respecto a la movilidad, los organismos de este grupo desarrollaron modificaciones en su manto y pie que les permite la locomoción, esto generó la colonización de los ambientes pelágicos, entre organismos con concha y sin ella son como el caracol violeta

(cenogasterópodo, Jathiniidae), dragón azul (Heterobranquios, Glaucidae), estos se alimentan de cnidarios flotantes y toman sus toxinas (Aktipis et al., 2008). También se encuentran otros nadadores activos que se nutren de microorganismos, fitoplacton y zooplacton como los pterópodos (Caenogasterópodo, Pterotracheoidea) utilizan sus pies modificados como órganos parecidos a aletas. La mayoría de los pteropodos nadan espalda y su locomoción es relativamente lenta. Otro ejemplo son las liebres de mar (Heterobranquios, Aplysia), nadan con ondulaciones de su manto (Aktipis et al., 2008).

Por último, estos organismos habitan en ambientes con poca agua o esta cuenta con una alta cantidad de sal, esto les permitió el desarrollo de varias estrategias para evitar la desecación, por ejemplo, la secreción de mucosidad permite mantener el ambiente húmedo donde habitan, en particular en ambientes rocosos, intermareales, manglares y en el caso de los terrestres hasta en los desiertos, esta es generada por glándulas especializadas que se encuentran ubicadas en la parte inferior del pie muscular (Brusca, Giribet y Moore, 2023).

Así mismo, otro grupo de organismos de gasterópodos marinos desarrollaron estructuras para evitar la pérdida de agua, ésta estructura es llamada opérculo, está la cuentan la mayoría de los organismos marinos para evitar la pérdida de agua en ambiente que presentan estrés hídrico y evitar la salida del agua (Brusca, Giribet y Moore, 2023). Respecto a su posición se encuentra en la parte posterior del pie del gasterópodo y sirve para cerrar la abertura. Cabe mencionar que esta estructura también sirve como tapa que cierra la abertura cuando el pie se retrae protegiéndolo de las condiciones ambientales y los depredadores.

PROFUNDIZACIÓN PEDAGÓGICA

Conocer y entender la influencia que ejerce el océano sobre nosotros y la influencia que ejercemos nosotros sobre el océano es fundamental para vivir y actuar de manera sostenible. Esta es la esencia de la cultura oceánica.

Vladimir Ryabinin, secretario ejecutivo, COI.

QianTang, subdirector General de Educación, UNESCO.

Después de realizar un proceso de profundización disciplinar, se hace una revisión y profundización pedagógica para la construcción de la propuesta de enseñanza de la adaptación como proceso, sin embargo, se presentan algunas tensiones, como:

En primer lugar, se encuentran varias dificultades en la enseñanza de la adaptación en la educación básica y media, ya que se evidencia en las políticas educativas, libros de texto y actividades educativas por niveles, ambigüedades, algunas omisiones y contradicciones que dificultan las construcciones científicas que definen la adaptación, así mismo, no se presentan modelos o ejemplificaciones sobre la adaptación, mostrándose poca profundidad sobre esta temática desde el ámbito evolutivo (Franco, Castellanos y Medellín, 2010; Gándara, Gil y Sanmartí, 2002).

En segundo lugar, el uso o ejemplificaciones relacionados con invertebrados genera en las personas miedo, ansiedad, rechazo y asco, creando valoraciones negativas y falta de conciencia sobre el cuidado de estas especies (Kellert, 1993). En el ámbito educativo los libros de textos y las estrategias de enseñanza cuentan con poca profundidad en el conocimiento de los invertebrados marinos y su importancia en el equilibrio de los ecosistemas, solo se presentan mediante ejemplos con respecto a la reproducción, alimentación y sus hábitats (Rojas y Torres, 2017). Por último, he de mencionar que los caracoles son poco llamativos en prácticas sociales y educativas por su aspecto y falta de atractivo, ya que tiene un aspecto blando, secreción viscosa (baba) y causan daños en algunos cultivos, hasta pueden ser transmisores de enfermedades (Kellert, 1993).

En tercer lugar, la falta de creación, difusión y divulgación de material educativo para el fomento del conocimiento oceánico genera diferentes dificultades en torno a la

comprensión de los fenómenos que ocurren allí y lo más importante la falta de relaciones que se pueden forjar entre los habitantes aledaños y distantes con los ambientes marinos y costeros (Unesco, 2018). Según Ramírez (2021) las pocas estrategias de enseñanza y aprendizaje de la biodiversidad marina cuentan con diferentes dificultades al momento de su aplicación, por ejemplo, tienen un lenguaje científico incomprensible, baja profundidad de conocimiento sobre los organismos del contexto colombiano. Esto acarrea valoraciones negativas sobre los organismos marinos, así como la falta de apropiación y conservación de la biodiversidad marina.

Por lo anterior, para dar solución a las problemáticas expuestas, se presenta una profundización pedagógica relacionada con 3 principios orientadores: los problemas de conocimiento enfocados a la enseñanza de la adaptación, esta adaptación entendida como proceso. La biofilia con la finalidad de generar apuestas que involucre valoraciones positivas sobre los caracoles marinos. Por último, se describe la educación del océano y el aporte al conocimiento de las adaptaciones de los gasterópodos marinos en torno a su concha.

PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO

Desde el ámbito pedagógico y didáctico, los problemas de conocimiento cuestionan las representaciones en torno al acto de conocer. Esta propuesta plantea interrogar al sujeto sobre cómo le da sentido a su contexto a través de las relaciones que establece consigo mismo y con el mundo social y natural (Orozco et al., 2003). En este sentido, los maestros en ciencias pueden generar diferentes actividades que permitan el reconocimiento del mundo natural, en este caso comprendiendo qué fenómenos ocurren en los océanos y el reconocimiento de las historias naturales de los gasterópodos, generando otro tipo de representaciones o formas de conocer del mismo.

Para ello, los problemas de conocimiento se convierten en un orientador fundamental, ya que busca la significación del fenómeno de estudio, que puede ser una forma de abordar las adaptaciones de los gasterópodos marinos y su puesta en escena en los escenarios educativos. En este mismo sentido, para la constitución del fenómeno de estudio se vuelve importante la experiencia de los participantes de la actividad y el entorno natural, donde se

encuentran diferentes significados tanto individuales y colectivos a partir de las formas de ser, hacer y pensar el mundo natural (Orozco et al., 2003). En este caso, pensarse las adaptaciones como proceso y este como actúa en los gasterópodos, de igual modo, a través de esta propuesta se plantea reconocer un conjunto de relaciones que en su mayoría están implícitas, pero, a través de esta apuesta se resalta la necesidad de hacerla explícita en un contexto como los océanos, con la finalidad de formar sujetos sociales de conocimiento, transformando la imagen de estos ambientes, ya que la mayoría de las personas los conocen solamente como sitios de recreación, vistos desde un enfoque estético y contemplativo.

Para generar algunas explicaciones y cumplir lo anteriormente expuesto, se puede llegar a tomar en cuenta que la enseñanza de las ciencias parte de unas correlaciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas. Aquí se resalta el papel del maestro que parte de preocuparse y preguntarse en torno a la naturaleza del conocimiento, a su vez como se dan dichas representaciones en torno a la naturaleza del conocimiento (Orozco et al., 2003).

Conforme a lo anterior, se busca configurar explicaciones de las adaptaciones como proceso, las cuales son: el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de relaciones, elementos esenciales para establecer un problema de conocimiento. Respecto al cuestionamiento de la experiencia básica, se realizará mediante actividades desencadenantes, estas constituyen espacios para la problematización de situaciones o eventos muy conocidos que permiten delimitar y orientar la perspectiva de construcción de conocimientos. Además, permitirá reconocer los intereses de los participantes y preguntas que suscitan sobre el fenómeno de estudio (Orozco et al., 2003). Por lo anterior, este tipo de actividades buscan identificar y guiar las construcciones del conocimiento del otro sobre el fenómeno que se estudia y poner en juego las respuestas a las que se enfrenta el maestro y la emergencia de nuevas explicaciones del fenómeno para generar reflexiones tanto para las personas participes y el maestro.

Teniendo claro el desarrollo de las actividades desencadenantes, la artificialización del mundo natural se origina después de la experiencia básica, donde el sujeto provee elementos para la construcción de objetos de conocimiento, con el propósito de establecer

relaciones y derivar a principios que pueden ser transitorios hasta, posteriormente la comprensión del fenómeno. Allí el sujeto puede diseñar experimentos, simular situaciones, generar y poner en juego conceptos entre otros que enriquecen las explicaciones en torno al objeto de estudio (Orozco et al., 2003).

Por último, se encuentra la complejización de las relaciones que es la instancia de construcción del fenómeno, donde se constata los límites del pensamiento científico, esta se concibe en su dimensión compleja donde se cambia la forma de observar, pensar y de hacer del sujeto que conoce. Por lo anterior, Orozco et al., (2003) reconoce que la complejización de relaciones permite generar un nuevo pensamiento integrador partiendo de un conocimiento multidimensional que implica conjugar diferentes modos de pensamientos, así mismo la emergencia de nuevas relaciones, el reconocimiento de diferentes ideas y explicaciones, siendo expresiones de una forma compleja de ver el mundo.

En relación con el enfoque didáctico desde los problemas de conocimiento, es importante mencionar lo propuesto por Orozco et al., (2003) que argumenta que el maestro se enfrenta a una nueva forma de elaborar explicaciones, organizar ideas y comunicar sus vivencias y aprendizajes, esto a través de diferentes estrategias, desde la elección de títulos o gráficos, hasta la forma de comunicar nuevos hallazgos sobre el estudio de la naturaleza. Así mismo, el maestro tiene como tarea que sus estudiantes puedan realizar el mismo ejercicio. Por ello, los problemas de conocimiento fomentan a que el maestro busque y generen nuevas condiciones para la construcción de explicaciones, el desarrollo de argumentaciones y la resolución a los problemas propuestos (Orozco et al., 2003).

En torno a las actividades se propone la elaboración de materiales divulgativos para la comprensión de la adaptación como un proceso, estos materiales son parte planes de trabajo que involucran recursos implicados para la construcción del conocimiento (Orozco et al., 2003).

BIOFILIA

La biofilia, es otro orientador fundamental de la profundización pedagógica, surge del maestro investigador por tratar de comprender el origen de la diversidad en la naturaleza a través de algunas vivencias que han permitido reflexionar sobre las diferentes teorías y comprensiones relacionados al origen y evolución de los organismos. Cabe resaltar que esta vez se analizará los procesos adaptativos de los gasterópodos marinos ya que suscita curiosidad sus diferentes formas, tamaños y estructuras que varían en los tipos de especies; así como reconstruir las historias de vida de los organismos marinos, en particular este grupo que tiene muchas características por conocer y narrar en relación con la vida en los océanos.

En este contexto, para tratar de escudriñar sobre diferentes procesos en la naturaleza, en particular, de las adaptaciones retomo la definición propuesta por Wilson (1984) el cual dice que la biofilia es la tendencia innata a prestar atención a la vida y a los procesos naturales, donde se centra la atención de una forma efusiva a nosotros mismos y otros organismos. Sin embargo, estas relaciones entre los organismos y el ser humano se han ido perdiendo, generando que la humanidad se separe de ese mundo natural, trayendo como consecuencia la pérdida de la biodiversidad y fragmentación de los ambientes (Kellert y Wilson, 1993).

Desde esta perspectiva, se deben buscar estrategias educativas que permitan tejer nuevas conexiones entre los humanos, los organismos y los fenómenos que ocurren en la naturaleza. De esta forma surge la hipótesis de la biofilia, se enfocan en los diferentes estadios del desarrollo humano con respecto a las interacciones con el medio natural y qué actividades propiciarían conexiones con la naturaleza (Kellert y Wilson, 1993). En nuestro caso particular, se busca encontrar una serie de relaciones que a través de las actividades refleje algún gusto por el conocimiento de los gasterópodos y a su vez cambiar las valoraciones negativas sobre estos organismos.

Respecto a las valoraciones negativas Kellert y Wilson (1993), reconocen que a través de nuestro tiempo evolutivo se encuentran influencias malignas a ciertos organismos, por

ejemplo, las serpientes, donde no solo los humanos sino algunos mamíferos cuentan con aversiones a ciertos sonidos o movimientos de las serpientes, generando estrategias de defensa y cuidado en relación con estos seres.

En este sentido, para comprender los fenómenos de la naturaleza Wilson argumenta que “nada tiene sentido en el sistema hasta que se conoce la historia natural de las especies que la conforman” (Wilson, 1984, p 21). Por ende, las actividades deben suscitar preguntas en torno a los procesos adaptativos respecto a las características de los gasterópodos, las historias naturales de los mismos y las condiciones ambientales que posibilitaron la emergencia de la diversidad de este grupo de organismos.

Ahora bien, para generar estas relaciones con la naturaleza, las actividades fortalecerán el conocimiento de la fauna y la biodiversidad marina, esto implica contar con varias fuentes de información entre ellas la distribución geográfica de las especies, los microhábitats e historia natural de estos organismos (Torres y García, 1998), donde la información y actividades no solo atañe al incremento del conocimiento por parte de los maestros y participantes, sino contagiar el gusto, la capacidad de asombro y la sensibilidad por los gasterópodos marinos.

EDUCACIÓN DEL OCÉANO

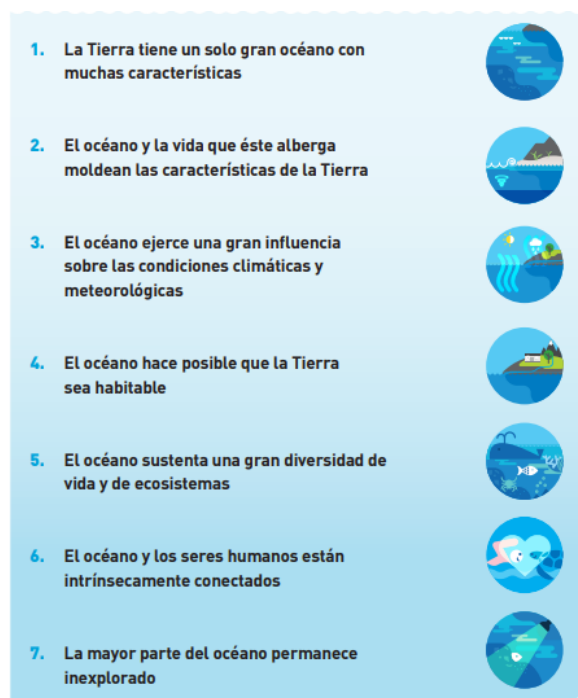
La educación del océano es una perspectiva emergente en el campo de la enseñanza de las ciencias que pretende formar a la sociedad en temas relacionados con la toma de decisiones sobre los recursos marinos y promover su uso sostenible (Unesco, 2018; CCO, 2022, Kostis, 2021). Cabe mencionar que existe una definición que trasciende el simple fomento del disfrute del mar y la curiosidad por la biodiversidad presente en ese ambiente. Se trata de una visión más amplia que busca integrar la educación y la conciencia ecológica en todos los niveles de la ciudadanía, promoviendo un respeto profundo y una conexión activa con los entornos marinos (Asociación Vellmari, 2021).

La educación del océano y la cultura oceánica parte de que la población mundial desconoce, no conserva y no cuida los océanos y su biodiversidad, trayendo como consecuencias prácticas insostenibles que afectan los ecosistemas marinos, las comunidades

costeras y por último la misma población mundial. Ante esta situación surge la educación del océano y su implementación en los niveles educativos que permita la creación de ideas con la finalidad de fomentar la comprensión completa y precisa del océano, su biodiversidad y su importancia (Lab4U Team, 2024).

Para el conocimiento de los océanos, hacia el año 2004 diferentes oceanógrafos y profesionales de la educación se reunieron y constituyeron los 7 principios de la cultura oceánica (Figura 32). Estos tienen como propósito exponer los problemas ambientales, mejorar la educación y aumentar la sensibilización en los estudiantes para que haya mayor comprensión y apreciación sobre los océanos (Unesco, 2018).

Figura 32. Principios esenciales de la cultura oceánica.



Fuente: Unesco (2018).

Ahora bien, para el fomento y conocimiento de la biodiversidad marina, se aborda el principio No.5 el cual se llama “*El océano sustenta una gran diversidad de vida y ecosistemas*”. Este principio sostiene que el océano proporciona muchos ejemplos únicos de ciclos, adaptaciones y relaciones importantes de la vida marina (NOAA, 2020; Payne, Halversen y Schoedinger, 2021). Por ejemplo, los estudiantes de grado sexto a octavo deben llegar a conocer que en los ecosistemas marinos habitan grandes comunidades de organismos,

y que estos organismos han desarrollado adaptaciones para tolerar las condiciones ambientales muy específicas (Payne, Halversen y Schoedinger, 2021).

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo de grado fomenta la inclusión de la educación del océano en los escenarios educativos a partir del conocimiento biológico. En este caso, relatar las historias naturales de los gasterópodos marinos propicia dos aspectos importantes, en un primer momento conocer la diversidad marina de una forma diferente a través de sus adaptaciones propiciando el cambio de actitudes positivas sobre los organismos y los océanos. Por otro lado, contribuye a la construcción de un pensamiento evolutivo en torno a la comprensión del mundo natural.

Por último, la profundización pedagógica brinda suficientes elementos para realizar diferentes construcciones de conocimiento en torno a la enseñanza de la adaptación como proceso. De igual modo, posibilita la construcción del discurso del maestro en torno al papel de la ciencia en el conocimiento del mundo, partiendo de la comprensión y complejización del fenómeno de estudio, en este caso la adaptación como proceso.

Es importante mencionar que estos tres referentes, en conjunto, permiten constituir una apuesta educativa en torno a objetos de estudio para generar explicaciones relacionadas con la ciencia y la educación del océano. Mediante actividades que fortalezcan la relación entre humanos y océano, se busca explicar la adaptación biológica como proceso y relacionarla con los cambios presentes en los organismos marinos, específicamente en los gasterópodos marinos.

CAPÍTULO IV: PROPUESTA PEDAGÓGICA

¡VAMOS A LA CLASE GASTERÓPODA!: HISTORIAS A TRAVÉS DE LA ADAPTACIÓN.

La propuesta educativa que se describe en este capítulo es el resultado de varias reflexiones derivadas de la necesidad de crear estrategias educativas frente la enseñanza de la adaptación biológica como proceso, así como el fomento y conocimiento de los océanos en los entornos escolares, aplicado a un caso de estudio que resulta ser de interés para el maestro autor del trabajo de grado, el cual está basado en las adaptaciones de los gasterópodos marinos. Esta propuesta es el resultado final en torno a un trabajo de profundización sobre los elementos teóricos y técnicos para comprender la adaptación como proceso, así como elementos pedagógicos para su enseñanza y la inclusión de la educación del océano en la escuela.

Para su construcción, se busca resolver diferentes tensiones, tales como: la forma de enseñanza de la adaptación, lo poco llamativos que son los caracoles y la enseñanza de las temáticas oceánicas en la educación colombiana. Por lo tanto, *¡Vamos a la clase gasterópoda!: historias a través de la adaptación*. Es una propuesta para implementar que cuenta con 15 actividades para desarrollar, estas actividades se dividen en tres fases y se encuentran contenidas en la *caja didáctica malacológica*.

Es importante mencionar que la propuesta de enseñanza diseñada está pensada para ser implementada con estudiantes de educación básica secundaria para el conocimiento de los gasterópodos marinos y la comprensión de la adaptación biológica como proceso.

POBLACIÓN PARA IMPLEMENTAR

Con el propósito de transformar la enseñanza de la adaptación biológica en la clase de ciencias, así como incluir la educación del océano en las clases colombianas, la propuesta *¡Vamos a la clase gasterópoda!: historias a través de la adaptación*, está dirigida a los estudiantes de básica secundaria (de 6° a 9° grado). Esto ya que, los estándares y los derechos básicos de aprendizaje en ciencias proponen que la enseñanza de temas evolutivos, en

particular, la adaptación se puede abordar en algún momento de los diferentes ciclos, en particular la básica secundaria. También se propone que se pueda desarrollar en espacios no convencionales como museos para el desarrollo de actividades que ayuden a la sensibilización, el fomento y la curiosidad de los estudiantes que visitan dichos espacios, los cuales posibilitan la comprensión de los fenómenos naturales que ocurren en este tipo de ambientes marinos y costeros.

Por lo anterior, esta apuesta es una alternativa para la enseñanza de la adaptación biológica, ante la falta de estrategias para poderlo abordar en la escuela. De igual modo, esta propuesta tiene como propósito reconocer la importancia del maestro en la creación de estrategias didácticas y pedagógicas en contextos distantes y cercanos a los océanos, así mismo estará dispuesto para los docentes que quisieran abordarlo en sus aulas de clase con la finalidad de aportar al conocimiento de los océanos en las diferentes instituciones educativas.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

¡Bienvenidos a un viaje fascinante al mundo de los babosas y caracoles marinos! En esta propuesta, los participantes se embarcarán en una aventura para el conocimiento de las adaptaciones de los gasterópodos marinos, allí ellos en un primer momento relacionarán sus conocimientos previos sobre los caracoles con las características de estos. Después se encontrarán diferentes actividades para reconocer los procesos adaptativos de los caracoles, así como actividades con el fin de complejizar el conocimiento sobre la adaptación como proceso en estos organismos. Por lo cual se realizará un viaje por los océanos a través de los eventos ambientales, el surgimiento y diversificación de este tipo de animales.

Esta propuesta surge, con el fin de dar a conocer y aprender sobre algunos de los procesos que acontecen en la vida marina, con respecto a las adaptaciones de los gasterópodos marinos. Esto parte de preguntas como: ¿estos organismos marinos siempre han vivido en el océano?, ¿Qué estrategias adaptativas les permite vivir en estos hábitats? O ¿Por qué se encuentran grupos de organismos tan diversos allí? En este sentido, esta propuesta pedagógica busca relatar la historia natural a través de las adaptaciones de los gasterópodos con base en los elementos teóricos y técnicos abordados en el capítulo anterior,

que brinda pautas para realizar nuevas descripciones sobre las adaptaciones de este tipo de moluscos.

A través de esta propuesta los estudiantes se acercarán de una forma sensible al estudio de los gasterópodos marinos. Por ende, esta apuesta cuenta con los siguientes principios orientadores:

Los problemas de conocimiento. Con la finalidad de configurar explicaciones sobre la adaptación como proceso y cómo está se produce en las especies y los grupos de organismos, se proponen los problemas de conocimiento a través de los referentes pedagógicos como la experiencia básica, artificialización de la naturaleza y la complejización de las relaciones. Esto siendo una alternativa que busca configurar la enseñanza de la adaptación biológica como proceso mediante los gasterópodos marinos.

Elementos teóricos y técnicos de la adaptación como proceso. A partir de una articulación entre los elementos teóricos y técnicos que se encuentran organizados y responden a la adaptación biológica como proceso, se busca la generación de ideas y saberes sobre los caracoles y la construcción de la adaptación como proceso con el propósito de generar comprensiones con relación a las diferentes formas de vida y estructuras de los gasterópodos marinos.

La biofilia y los caracoles marinos. Las formas de las conchas (cónicas, espirales, planas, largas, o pequeñas) han llamado la atención al ser humano, tanto así que han sido utilizadas para regalos de un paseo a la playa, como colecciones en un museo o en accesorios de nuestro vivir, aquí se presenta una valoración estética de estas estructuras ya que el hombre las ha usado para realizar manillas, collares, aretes o solas decorando un lugar o espacio de la casa. Ahora bien, no solo se cuenta con este tipo de valoración, sino que se puede encontrar en otros tipos de valoraciones como la científica en torno a comprender el cambio y origen de este tipo de organismos o la estructura de cada una de ellas.

En este sentido, el estudio de caso posibilita reconocer un campo fascinante de la biología, la taxonomía y la evolución sobre la diversidad de gasterópodos marinos. A través del tamaño, color, estructura o textura de estos organismos, los estudiantes pueden identificar y clasificar a los diferentes organismos y comprender las adaptaciones de estos animales.

Esto muestra lo amplio, diverso y complejo de la vida marina dentro de este grupo. Así, se generan explicaciones en relación con la variación de estos organismos, los procesos que originaron a los gasterópodos marinos y su diversificación, incluyendo conceptos como origen, inestabilidad, continuidad, contingencia, variación, selección y extinción, para dar cuenta de los procesos adaptativos de estos organismos.

Educación del océano: Teniendo presente que es un marco de conocimiento emergente en la Educación, a través de este elemento orientador pedagógico se busca dar relevancia a las interacciones entre los fenómenos naturales del océano y la biodiversidad que habita en este medio. Con la finalidad de reconocer los procesos adaptativos que solo ocurren en los organismos marinos y estos cómo abordarlos en la escuela, en este sentido se necesita un conocimiento disciplinar, pedagógico, así como el desarrollo de habilidades que permitan generar explicaciones estando distante de este entorno.

DESCRIPCIÓN DE LAS FASES

FASE No.1: ¡Una mirada hacia el mar!

La primera fase, parte de la identificación de algunas ideas de los estudiantes sobre los caracoles, en particular los caracoles marinos, por ello se inicia de la siguiente pregunta ¿Has tenido la oportunidad de explorar y estudiar los gasterópodos marinos y sus conchas?

Para la construcción de estas actividades, la experiencia básica a través de las actividades desencadenantes, se quiere conocer algunas ideas e introducir al conocimiento de la adaptación (Tabla 5). Para ello se espera que los estudiantes respondan preguntas y realicen actividades que fomenten el conocimiento de estos organismos, así mismo se formulen algunos interrogantes en torno al origen y la importancia de hablar sobre la adaptación para comprender el surgimiento de este grupo de especies.

FASE No.2: Armando las piezas de la adaptación como proceso

Para el desarrollo de esta segunda fase se utiliza como referente la artificialización del mundo natural, en donde las actividades buscan que los estudiantes establezcan relaciones

con los elementos teóricos y técnicos para comprender la adaptación como proceso con la finalidad de enriquecer explicaciones en torno al objeto de estudio.

En este sentido, cada una de las actividades están diseñadas y relacionadas con elementos teóricos y técnicos para identificarlos y reconocer su importancia en la configuración de la adaptación como proceso (Tabla 6). Por ejemplo, en la actividad "*Conociendo la diversidad de conchas*", se pueden identificar varios elementos clave. La variación se observa en el reconocimiento de las características que diversifican a los gasterópodos en torno a sus conchas. La organización se centra en identificar y clasificar las conchas de los caracoles marinos. Además, los estudios comparativos sirven como una herramienta técnica para reconocer las semejanzas y diferencias entre las diversas conchas.

FASE No. 3: Explorando las historias de vida a través de la adaptación

La tercera fase se orienta a partir de la complejización de las relaciones, ya que se plantea que los estudiantes puedan desarrollar explicaciones en torno a la adaptación biológica como proceso, como una posible instancia en la construcción del fenómeno que permita reconocer una mirada compleja de la adaptación como proceso. Así mismo se propende que los estudiantes puedan relacionar los diferentes elementos técnicos y teóricos trabajados en la fase anterior, para dar cuenta de la adaptación como proceso. En este sentido se espera que emerjan nuevas relaciones, unión de diferentes ideas y explicaciones que sirvan para comprender de forma compleja el objeto de estudio (Tabla 7).

CAJA DIDÁCTICA MALACOLÓGICA

La caja didáctica malacológica es un constructo de un recurso educativo que contiene los materiales elaborados de la propuesta educativa, estos materiales pueden ser llevados y usados en las diferentes instituciones educativas con la finalidad de desarrollar actividades para el conocimiento de las adaptaciones de los gasterópodos marinos. Resaltar que las cajas didácticas malacológicas han sido desarrolladas en otros escenarios, por ejemplo, Legarralde et al., (2022) crearon este tipo de cajas como estrategia para el transporte de colecciones educativas de los bivalvos que son nativos del país Argentina.

Por lo anterior, la caja didáctica malacológica de este proyecto está construida en madera, así mismo contendrá las actividades de enseñanza y las actividades para desarrollar con los estudiantes. Por último, allí se encontrarán almacenados algunas conchas que sirve para el desarrollo de actividades (Figura 33).

En la caja didáctica malacológica se encontrarán las 15 actividades planteadas en las fases de la propuesta, así como todo el material necesario para su desarrollo, incluyendo infografías, imágenes de gasterópodos marinos, tableros y ruletas. Además, se incluyen diversas conchas como material didáctico, cuyo objetivo es acercar a los estudiantes a las características de estos organismos y relacionarlas con los procesos adaptativos.

Figura 33. *Caja didáctica Malacológica del proyecto ¡Vamos a la clase gasterópoda!: historias a través de la adaptación.*



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Actividades de la fase No.1.

Actividades de la fase No.1 “una mirada hacia el mar”				
Objetivo: Introducir a los estudiantes al reconocimiento de las características morfológicas, ciclo de vida y hábitats de los gasterópodos marinos				
Título de la Actividad	Propósito	Descripción de la actividad	Elementos teóricos y técnicos	Recursos
Introducción	Aproximar al estudiante al conocimiento de la vida marina	Con la finalidad de abordar la adaptación como proceso en relación con los gasterópodos marinos, se iniciará con la una historia sobre la vida en el océano. Esta historia cuenta con algunas descripciones de la vida de los organismos que llegan a los mares colombianos.	A través de la historia se mostrará la diversidad de los organismos donde se relacionan elementos como la variación y selección , así mismo en los estudios ecomorfológicos aportan a reconocer donde se puede encontrar el organismo.	Plan 1: Historia sobre la vida marina (Anexo 1).
1. Piensa...	Reconocer algunas ideas sobre los caracoles.	A través de una ruleta los estudiantes responderán y compartirán sus ideas y sensaciones en relación con los caracoles. 1. ¿Qué piensas cuando ves un caracol? 2. Sabes ¿cómo se forman las conchas de los caracoles?	Estas preguntas permiten reconocer las ideas de los estudiantes que se pueden clasificar en elementos como la organización, variación, selección y estudios comparativos que les permitan reconocer aspectos importantes para hablar de adaptación.	Ruleta con las preguntas (Anexo 2).

		<p>3. ¿En qué lugares que has visitado puedes encontrar caracoles o babosas?</p> <p>4. ¿De qué se alimentan los caracoles continentales y marinos?</p> <p>5. ¿Qué diferencias y semejanzas existen entre los caracoles, las babosas y las babosas marinas?</p> <p>6. ¿Cuántos huevos puede poner un caracol y una babosa?</p> <p>7. ¿Qué te gusta y qué no te gusta de estos organismos?</p> <p>8. ¿De qué está constituida las conchas de los caracoles?</p>		
2. ¿Quién es y quien no es?	Identificar las características de los caracoles	<p>Momento 1: se leerá un breve relato realizado por el maestro con la finalidad de reconocer la diversidad de formas de los moluscos, donde se incluyen las características de los gasterópodos y su diversidad.</p> <p>Momento 2: Los estudiantes deben hacer con los materiales brindados por el docente, una concha de los caracoles marinos, respecto a las características</p>	Mediante la lectura se habla sobre la diversidad de los moluscos y después se posibilita reconocer la variación en el grupo de especies y la organización en torno a las características de los gasterópodos marinos en particular de los caracoles.	Relato sobre la diversidad de moluscos marinos (Anexo 3). Plastilina. Palillos.

		descritas en el relato y que les permita identificar como es la concha de los caracoles a diferencia de otros organismos con concha.		
Discusión	En este espacio el maestro explica lo qué hace únicos a los gasterópodos y lo que los diferencian de los otros grupos como monoplácoforos, polioplácoforos bivalvos, cefalópodos, entre otros.		A través de la discusión se hará énfasis de la organización y variación de los organismos y estos como surgieron a través del tiempo.	Infografías en torno a las preguntas anteriores e imágenes de organismos (Anexo 4).
3. ¿Quién es marino y quién es continental?	Diferenciar los caracoles marinos de los continentales.	<p>Momento 1: los estudiantes se organizarán por grupos, allí se les pasará 8 conchas de organismos marinos o continentales. De acuerdo con lo anterior deben diferenciar cuales son marinas y cuáles son terrestres, así mismo escogerán a un relator para que explique cómo realizaron su respectiva comparación.</p> <p>Momento 2: seguido a la actividad cada grupo formulará tres preguntas relacionadas a la existencia de los caracoles y estos por qué pueden habitar en zonas terrestres o marinas. Así</p>	<p>Esta actividad parte de los estudios comparativos, donde los estudiantes van a caracterizar cuál organismo es terrestre y cuál es marino y esto como lo logra evidenciar con las conchas que se encuentran en la actividad.</p> <p>Así mismo, se puede relacionar con las características de los ambientes (estudios ecomorfológicos) y dar cuenta de la relación ecosistema organismo.</p> <p>Por último, se espera que en las preguntas se evidencien algunas ideas de selección.</p>	<p>Conchas de diferentes organismos. 3 conchas de caracoles continentales y 5 marinas (Anexo 5).</p> <p>Fichas bibliográficas.</p>

		mismo, formular preguntas al estilo de vida de cada una.		
4. ¿Quién se parece a quién?	Identificar las partes de la concha de los caracoles	<p>Momento 1: Se mostrará a los estudiantes un collage de la diversidad de gasterópodos que hay dónde se presentan diferentes formas, estructuras y tamaños, allí los estudiantes deben reconocer las semejanzas de los caracoles.</p> <p>Momento 2: Después de identificar las semejanzas los estudiantes deben realizar un listado de las diferencias de las partes de cada uno de los caracoles, por ejemplo, la forma del ápice o la forma de la apertura.</p>	Esta actividad parte de los estudios comparativos como elemento técnico y la organización y variación en torno a variabilidad genotípica y fenotípica como elementos teóricos, esto porque allí los estudiantes van a reconocer algunas características para clasificar los organismos dependiendo de los tipos de concha, pie y colores de los organismos.	Collage o imágenes de los caracoles (Anexo 6). Papel y lápiz.
5. ¿Y eso por qué? ...	Relacionar las estructuras con las formas de vida de los caracoles marinos.	Se presentarán diferentes caracoles marinos que tiene estructuras en sus conchas muy raras, para ello los estudiantes deben construir las preguntas en torno al por qué cuentan estas estructuras y que creen por qué surgieron.	Allí los estudiantes reconocerán algunas estructuras para identificar los organismos. así mismo se encuentra una idea a contingencia en torno a las posibles situaciones que dieron el surgimiento de esta estructura.	Imágenes de esos gasterópodos marinos (Anexo 7).

Fuente: Producción propia.

Tabla 6. Actividades de la fase No.2.

Actividades de la fase No.2 “Armando las piezas de la adaptación”				
Objetivo: Relacionar los elementos teóricos y técnicos para la comprensión de la adaptación biológica como proceso.				
Título de la Actividad	Propósito	Descripción de la actividad	Elementos teóricos y técnicos	Recursos
Introducción	Reconocer los elementos teóricos y técnicos para la comprensión de la adaptación.	Aquí el maestro explicará cuales son los elementos teóricos y técnicos abordados en la adaptación como proceso. Así mismo se presentará algunos ejemplos para introducir a los estudiantes en la construcción de la adaptación como proceso a partir de las ideas que se propusieron en las actividades anteriores.	Explicación de los elementos teóricos y técnicos.	Fichas de algunos gasterópodos marinos (Anexo 4).
6. Conociendo la diversidad de las conchas	Comparar las diferentes estructuras y formas de las conchas.	Se encontrará en una caja con diferentes conchas, donde los estudiantes deben elegir cuales son gasterópodos y que formas representan. En un segundo momento los estudiantes deben elegir una	Los elementos estructurantes de esta actividad son variación en relación con reconocimiento de la diversidad de conchas de gasterópodos, organización en torno a reconocer las conchas de	Conchas de bivalvos y gasterópodos, fichas de reconocimiento. (Anexo 8).

		de las conchas respecto a sus formas, es decir, si son alargadas, ovaladas, la forma de los vértices y realizar una descripción en la ficha de reconocimiento, esta ficha tiene un espacio para dibujar la concha y describir las características.	los caracoles y estudios comparativos como elemento técnico que permite reconocer semejanzas y diferencias entre conchas.	
7. “Caracoles de colores”	Definir las características de los gasterópodos.	Los estudiantes colorearán con unos colores específicos y siguiendo las instrucciones, las características de los gasterópodos, entre ellas estructuras como el pie, el manto y la concha; los ambientes húmedos y describir las funciones importantes de estas estructuras.	El elemento presente es la organización , a partir de las características en relación con la organización oculta relacionado a las estructuras, funciones y el medio que representa a todos los gasterópodos marinos.	Guía de colorear el pie, el manto y la concha; estructuras de soporte y defensa, así como ambientes húmedos (Anexo 9).
Explicación	En este espacio se explicará qué es un cladograma y este cómo se construye a partir de ejemplificaciones de los moluscos y gasterópodos marinos.		Se utilizará la cladística como elemento técnico, así como el tiempo como elemento teórico.	Cladogramas de los moluscos marinos y de los gasterópodos marinos (Anexo 4).
8. Los gasterópodos a través de cladogramas	Diferenciar los aspectos claves de la construcción de un cladograma a	Momento 1: se encontrará un cladograma en blanco que representará el surgimiento de los	Los elementos teóricos que se toman son tiempo y variación que se representan en los eventos	Cladograma en blanco, características sobre eventos cronológicos y característicos para la

	través de la diversidad de gasterópodos marinos.	<p>gasterópodos hasta los gasterópodos marinos. Por otro lado, se encontrarán descripciones de nodos y clados.</p> <p>A partir de esto entre todos se construirá el cladograma ubicando las raíces, nodos y clados. Así mismo se ubicará en qué momento en tiempo cronológico estaba ocurriendo este cambio.</p> <p>Momento 2: los estudiantes tomarán un clado y narrarán las características con las que cuenta ese tipo de organismos. Allí interpretarán los cladogramas y describirán cómo fue el surgimiento y los eventos de diversificación del grupo de organismo que escogieron.</p>	<p>y características de diversificación de este grupo.</p> <p>Respecto a los elementos técnicos es la cladística con respecto a la construcción de esta técnica.</p>	diversificación del clado (Anexo 10).
9. Crea tu propio Horrocrux gastropoda	Identificar el papel de la contingencia en el surgimiento de un organismo.	Momento 1: el estudiante debe elegir un caracol o babosa marina con el fin de imaginarse y proponer una nueva estructura que	La idea de contingencia surge aquí en torno a la creación de un organismo que tenga características de gasterópodo pero que	Imágenes de gasterópodos marinos (Anexo 11).

		<p>cumpla alguna función sea de soporte, protección, defensa, locomoción y evitación de pérdida de agua.</p> <p>Momento 2: El estudiante debe crear una historia en torno a cómo surgió esta estructura, cuál es su posible ambiente, cómo es su formación, su alimentación y otras características que le quiera agregar a su Horrocrux.</p>	<p>presente una estructura innovadora para el organismo que genere el estudiante.</p>	
10. Entre los ambientes marinos y costeros...	Relacionar las características de los ambientes con las especies.	Se encontrará una infografía de los ambientes marinos costeros donde habitan algunos caracoles, por lo anterior, los estudiantes deben seleccionar y ubicar los organismos en los ambientes correspondientes en torno a sus características.	El elemento técnico está relacionado a la Ecomorfología y alometría , que permite reconocer las características de los organismos y estos porque habitan en estos entornos.	Tablero con ambientes marinos, pelágicos y bentónicos, y 10 organismos que habitan en cada uno de estos ecosistemas (Anexo 12).
Discusión	En este espacio se explicará qué factores genéticos generan variaciones en torno a los organismos y estos cómo funcionan.		Se utilizará las fuentes de variación genotípica que resultan en una alteración puntual a nivel cromosómico, génico o	Explicación de las diversas formas de variación genotípica.

			genómico, que producen nuevos alelos que darían como la mutación y la deriva génica	
11. Colores y camuflaje	Reconocer la importancia de los genes en la determinación de los colores de las conchas de algunos caracoles porcelanas.	Los estudiantes deben reconocer las diferentes posibilidades de los cambios de colores que tiene una población respecto a una condición que se encuentra en el ambiente.	Se utiliza variación genotípica y tiempo de las especies en torno a los posibles cambios que puede tener el organismo.	Guía de la población de porcelanas (Anexo 13).
12. El tablero SEO	Asociar como influye los procesos de selección y extinción en los organismos.	Se construirá un tablero que cuente con diferentes colores, los colores blancos son las zonas favorables y los colores negros son desfavorables, verde son zonas con condiciones. Los estudiantes deben lanzar las conchas si caen las zonas desfavorables pierden y si caen en las blancas se mantienen, si caen en las zonas de colores deben responder una pregunta en torno a la condición, si acierta se mantiene, sino se extingue.	Esta actividad se establece la selección natural y extinción y la inestabilidad como elementos importantes para comprender como funcionan las presiones selectivas en los ambientes.	Tablero con diferentes colores, el color blanco es zonas favorables, los colores verdes son los lugares que presentan inestabilidad. Por lo cual, debe responder una pregunta para mantener las fichas y se puede lanzar otra vez y los colores rojos son las zonas desfavorables. Fichas parecidas a los gasterópodos marinos (Anexo 14).

13. Fosilizando ando...	Distinguir de donde provienen algunos fósiles de gasterópodos marinos.	<p>Momento 1: se creará los fósiles de los gasterópodos marinos.</p> <p>Momento 2: cada estudiante explicará de que grupo pertenece el fósil, que características tiene y donde fue encontrado. Para ello se utilizará la plastilina para plasmar la imagen, allí se explicará que es el molde y vaciado en el registro fósil.</p>	Esta actividad relaciona el tiempo, extinción y los fósiles para comprender los organismos y por qué ya dejaron de existir.	Plastilina Yeso Aceite Moldes de fósiles de gasterópodos marinos (Anexo 15).
Discusión	Aquí se complementa algunas apreciaciones de los estudiantes en torno a las diferentes actividades y estas como aportan a comprender la adaptación biológica como proceso.			

Fuente: Producción propia

Tabla 7. Actividades de la fase No.3.

Actividades de la fase No.3: Explorando las historias de vida a través de la concha				
Objetivo: Explicar las adaptaciones de los organismos a través de las relaciones entre elementos teóricos y técnicos para la comprensión de la adaptación biológica como proceso.				
Título de la Actividad	Propósito	Descripción de la actividad	Elementos teóricos y técnicos	Recursos
Introducción	Se presenta la ejemplificación de los procesos adaptativos de los gasterópodos marinos para comprender de una forma compleja la adaptación, explicando que el ejercicio anterior brinda aspectos para comprender el surgimiento y cambio de estructuras.		Los elementos teóricos	Se presenta la ejemplificación de las adaptaciones de los gasterópodos marinos
14. A través de los relatos...	Realizar un relato que relacione los elementos que permita la construcción de la adaptación.	<p>La actividad consiste en que los estudiantes van a elegir un organismo y debe relatar a través de un cuento, historieta el posible proceso de adaptación del organismo.</p> <p>La ficha contendrá la información del organismo. Desde su origen características respecto a su medio, donde hábitat con la finalidad que pueda crear y relatarla.</p> <p>Al final cada una de estas historias serán leídas y guardas para compartirlas en otros espacios.</p>	Elementos teóricos y técnicos para la construcción de la historia y la elaboración del material.	Fichas de los organismos y del ambiente (Anexo 16).

15. Elige la travesía...	Realizar una descripción de un organismo a través de la adaptación.	<p>Los estudiantes cuentan con 5 organismos en cada tabla (3), para ello, se encuentran diferentes descripciones que narran algunos procesos adaptativos de los gasterópodos marinos. Por lo anterior, cada estudiante debe darle sentido a una historia, decidiendo cuales son los diferentes momentos y por último explicar la historia del final del organismo.</p> <p>Esta actividad parte de reconocer que los procesos adaptativos no tiene sentido, por lo cual, cuenta con descripciones con base a los elementos teóricos y técnicos para realizar la historia de los organismos a través de las descripciones.</p>	Elementos teóricos y técnicos para la construcción de la historia y la elaboración del material.	<p>Descripciones de los diferentes momentos de las adaptaciones de los gasterópodos marinos.</p> <p>Tablas para la construcción de los momentos de la historia de vida de los organismos (Anexo 17).</p>
Discusión	Se realizará una reflexión en torno a como el juego, la historieta, y la construcción de historias brindan explicaciones sobre las adaptaciones, por tanto, a través de las diferentes evidencias, son paso a paso para que los naturalista y biólogos interpreten y descubran estas pistas para la comprensión de la evolución y adaptación de la biodiversidad marina.			

Fuente: Producción propia

CAPÍTULO V: PRODUCCIÓN DISCURSIVA MAESTRO SÉ COMO UN CARACOL ;VE LENTO Y DEJA HUELLA!

En este capítulo invito a reconocer el papel del maestro de Ciencias y su importancia en la comprensión y enseñanza de los fenómenos que se encuentran en la naturaleza, sin embargo, este se encuentra expuesto a diferentes situaciones como la gran cantidad de conocimiento disponible sobre contenido científico, divulgados por libros de texto, redes sociales, internet y publicaciones que a veces por tanta cantidad de información, el maestro no logra relacionar con lo que ocurre en la naturaleza, generando como consecuencia la dificultad para abordar este tipo de temas en la escuela. Así mismo, el maestro está inmerso en diferentes contextos que implica una reflexión pedagógica al momento de abordar el contenido, en torno a las acciones y los fines para enseñarlo en cierta población.

Por lo anterior, a través de la producción discursiva presentaré algunas reflexiones y conclusiones, sin embargo, esto no es tan fácil, ya que a través del ejercicio de profundización suscitaron una serie de inquietudes, discusiones y consideraciones en torno a la adaptación biológica como proceso en los gasterópodos, sus implicaciones en la enseñanza y su relación en el fomento de la educación del océano e ideas emergentes en la constitución del trabajo de grado que analizaremos detenidamente.

¿LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA COMO PROCESO O PRODUCTO?

A partir de esta pregunta, se discute cómo el maestro concibe y se relaciona con el objeto de estudio, por ello, surgieron diferentes preguntas que fueron parte del desarrollo del trabajo de grado, las cuales son: ¿la adaptación es un proceso o un producto?, ¿qué procesos adaptativos explican esta amplia diversidad de gasterópodos marinos?, y ¿cómo surgen las especializaciones de estructuras, funciones y comportamientos de estos organismos?

Para ello, al inicio del trabajo de grado consideraba la adaptación biológica como producto, siendo la estructura la adaptación de la especie, que aumenta su éxito reproductivo en el ambiente y le da una ventaja de supervivencia. Sin embargo, a través de las discusiones en los espacios de asesoría, surgieron diferentes cuestionamientos, entre ellos, ¿por qué emergieron estas estructuras, funciones o conductas en las especies?, ¿qué llevo a que

especies como las caracolas porcelanas (Cypreidae) tengan una concha con simetría bilateral y lisa o qué los caracoles murex (Muricidae) cuenten con crestas y espinas pronunciadas? Ante esto, ¿qué sucesos propiciaron que estos organismos tomen estos tipos de estructuras?

Por lo anterior, la adaptación toma otro papel protagónico, en torno a comprender como surgen este tipo de adaptaciones, además, propicia a que el maestro genere explicaciones en torno al origen y cambio de las estructuras, que hacen la generación de diversidad, en particular, de este grupo. En este sentido, a través de la revisión documental de conceptos Lewontin (1989), Amat y Vargas (2005) e Iturbe (2010), concibo la adaptación biológica como proceso y la defino de la siguiente manera:

es el proceso mediante el cual una especie se reorganiza a un entorno cambiante a lo largo del tiempo. Este proceso es guiado bajo presiones de selección natural, que actúan sobre las variaciones heredables de las poblaciones de una especie a lo largo de múltiples generaciones. Produciendo como consecuencia una diversidad de especies que cambian y se expresan estructuras que permiten mejorar su capacidad en su ambiente específico.

Así mismo, para reconocer y aterrizar esta idea, los elementos teóricos y técnicos aportan a la configuración de la adaptación como proceso. Estos elementos posibilitan reconocer: qué es lo que se mantiene (organización), qué es lo que varía (estructura), en qué momento cambia (tiempo) por qué cambia (Selección natural) y qué condiciones pueden generar un cambio y qué ocurre si no cambia (extinción). Para ello tanto los elementos teóricos reconocen cómo ocurren los procesos de la adaptación y los técnicos en evidenciarlos.

Cabe mencionar que evidenciar los procesos adaptativos es una tarea muy compleja, en este sentido, estos elementos permiten reconocer aspectos importantes para comprender la adaptación como proceso. Por ejemplo, la organización es un elemento principal porque permite caracterizar cómo ocurre la adaptación como proceso y relacionar los otros elementos esto a partir de la estructura, la función y el medio en el que habita la especie.

En primer lugar, la estructura de la especie se basa en el reconocimiento de los cambios que ocurren en su estructura visible. La autoorganización se relaciona con las propiedades intrínsecas de cada individuo y sus posibles variaciones, que están vinculadas al

espacio en el que habitan los organismos. Esta se asocia a diferentes elementos tanto teóricos y técnicos ya que se puede identificar qué generó el cambio en términos de origen, contingencia e inestabilidad, así mismo da cuenta de las variaciones genotípicas y fenotípicas de la especie en torno a los eventos de selección natural. Estos se pueden evidenciar a través del registro fósil, los estudios comparativos y la cladística.

En segundo lugar, la función, está ligada al elemento organización y la noción continuidad del tiempo, esto porque se mantiene una organización oculta que no se altera, que se mantiene a lo largo del tiempo, de generación en generación de la especie y se coordina para responder a condiciones de existencia, esto se puede evidenciar a través de los cladogramas.

En tercer lugar, el medio es un aspecto clave para comprender los cambios de las especies, este se relaciona con los eventos de selección natural y las condiciones ambientales, las cuales se pueden asociar al tiempo extrínseco relacionado con los acontecimientos geológicos y ambientales en torno a las eras y periodos. De igual modo, los elementos teóricos como la variación y la selección natural, se puede ejemplificar y analizar a través de los estudios comparativos, ecomorfológicos y alométricos, es decir detallando las diversas relaciones que establecen los organismos con el ambiente.

Por tanto, a través de la cladística se puede representar si la especie a través de este cambio supera las presiones selectivas, mantiene un tipo de organización o se reorganiza. Así mismo, se puede representar los organismos que no superaron estas presiones a través del registro fósil, que da cuenta de la extinción, elemento que permite reconocer que puede que ocurran o no procesos adaptativos.

Respecto a los gasterópodos marinos como estudio de caso, permitió reconstruir algunas adaptaciones en torno a la diversidad de grupo como: la torsión, el enrollamiento de la concha, el papel de las conchas, estrategias que les permite la locomoción y evitar la desecación. Estas adaptaciones se pudieron datar a través de los diferentes elementos teóricos y técnicos que posibilitan reconocer los diferentes cambios hasta la actualidad de este grupo de organismos.

También, fue posible reconocer algunas características de los océanos a través de los ambientes marinos y las condiciones que prevalecieron en los diferentes periodos y eras, así como conocer estos como afectan y generan condiciones en los gasterópodos marinos. Cabe mencionar, que estos estudios se pueden seguir profundizando con relación a entender el tiempo profundo en la vida de las especies, también seguir reconociendo las historias de vida de estos organismos, en particular de los nudibranchios y los caracoles terrestres, por ejemplo, cómo los gasterópodos pulmonados se adaptaron a la vida terrestre y qué estrategias cuenta para su subsistencia.

Ante lo discutido, emergen varias reflexiones entre ellas la adaptación como proceso y producto, pues todavía se encuentran ideas en torno a que la estructura y su relación con el ambiente es una adaptación. Sin embargo, a través de este trabajo de grado se busca dar relevancia a la adaptación como proceso ya que implica reconocer qué origen estos cambios, qué relación tiene el ambiente, qué hechos datados permiten conocer cuando surgió el cambio de la especie, entre otros factores ya mencionados que dan como resultado nuevas estructuras en los organismos.

De igual modo, surgieron temáticas emergentes que evocan la reflexión del maestro en ciencias, en particular a los maestros en Biología, por un lado, una de estas reflexiones se encuentra ligada al elemento de organización propuesto por Jacob (1989) el cual permitió generar preguntas como ¿Qué hace gasterópodo a un gasterópodo? Donde se realizó una revisión teórica a través de libros como Brusca y Brusca (2005) y Ruppert y Barnes (1995) que posibilitaron reconocer algunas características únicas como la torsión y el papel de la concha en este grupo. Sin embargo, esta pregunta no se respondió completamente, esto porque invita a reflexionar qué es lo que se mantiene en este grupo y qué es lo que cambia. Sabiendo que en muchos de estos organismos de los gasterópodos han perdido la concha por diferentes procesos adaptativos.

Por otro lado, emerge la pregunta ¿la diversidad surge solamente por procesos adaptativos? Aunque se considera que es un producto de la adaptación, no se puede relacionar únicamente con este fenómeno, ya que existen otros factores que también pueden generar diversidad como la especiación, la variabilidad genética e interacción entre especies. Por lo tanto, la

diversidad y su origen constituyen un tema de amplio espectro que es importante considerar en las clases de ciencias y se podría profundizar en otras investigaciones.

LA ENSEÑANZA DE LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA COMO PROCESO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACIÓN DEL OCÉANO Y LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS

Durante el desarrollo del trabajo de grado reconozco la importancia del conocimiento disciplinar en la construcción del conocimiento pedagógico del maestro, ya que esta posibilita la comprensión de fenómenos que se encuentran en los entornos que están alrededor de los contextos escolares. Por tanto, el rol del docente en la construcción del conocimiento en la escuela tiene un valor fundamental porque no es solo transmitir información, sino que, a través del conocimiento propuesto para la escuela, el maestro cuente con elementos para la construcción de un conocimiento escolar que permita comprender los fenómenos que se presentan en la naturaleza.

A través de la construcción de la propuesta educativa *¡Vamos a la clase gasterópoda! historias a través de la adaptación* y la profundización pedagógica muestra que la enseñanza de las ciencias no es abarcar todo el conocimiento que existe en torno a un proceso, en este caso la adaptación, sino dar sentido a cómo se ha configurado en su estudio y la importancia para su enseñanza. Por lo anterior, la constitución de esta apuesta muestra la relevancia de hacer conciencia del fenómeno de la adaptación como proceso.

De igual modo, para la configuración del papel de los problemas de conocimiento fueron importante porque permitió plantear las actividades que se iban complejizando en torno al objeto de estudio, con la finalidad de construir una propuesta de conocimiento sobre la adaptación biológica. Por otro lado, la biofilia y la educación del océano hace que la propuesta sea innovadora ya que se presenta el valor de sensibilizar sobre el conocimiento de la naturaleza, en particular de organismos que son poco abordados en la escuela como son los que habitan en los océanos.

Cabe resaltar que a través de esta propuesta se moviliza el conocimiento de la adaptación biológica como proceso, ya que como se encuentra dispuesto en otros trabajos de

grados, solo relaciona en torno a las estructuras, funciones y comportamientos en torno al ambiente. A través de este trabajo se puede encontrar otros aspectos que llaman la curiosidad al surgimiento de las estructuras y cuestionarse a través del tiempo, la variación y la extinción el posible origen o cambio de una estructura, generando como consecuencia narrar de otra forma las historias naturales de los organismos y sus ambientes.

En este sentido, hablar de la adaptación biológica implica establecer aspectos del surgimiento de una estructura de las especies o la diversificación de esta, anteriormente, considero que como maestro utilizaba este concepto para ejemplificar cualquier relación entre el ambiente y el organismo. Por tanto, ahora pienso que se debe referenciar ciertos ejemplos que relacionen cómo ocurre los procesos adaptativos y no usarlos deliberadamente ya que se pueden generar errores conceptuales o generar similitudes con otros conceptos.

De igual modo, es importante destacar que la adaptación de una estructura como la concha no es un fenómeno que lo explica todo en la historia natural de los organismos, de esta forma se rompe la idea panglosiana que una estructura sirve para un tipo de ambiente en particular, sino que el surgimiento de estructuras está relacionada a cambios intrínsecos de las especies, procesos contingentes o inestables que puede que estén vinculado a eventos de selección natural, sin embargo, no siempre es de esta forma. Por lo anterior la propuesta educativa muestra esas diversas posibilidades que implican complejizar los procesos adaptativos en las especies.

Respecto a la elaboración de la caja didáctica malacológica, es un recurso educativo de enseñanza de la idea de adaptación porque las actividades permiten a través de las fases comprender la adaptación como proceso, esto a través de las características morfológicas, así como los elementos teóricos y técnicos que posibilitan la comprensión de este fenómeno. De acuerdo con lo anterior, la elaboración de este material parte de una reflexión del maestro en querer sensibilizar a los estudiantes en torno a este fenómeno y que ocurre en todos los ambientes, entre ellos los océanos.

Por lo anterior, la experiencia de la construcción del material educativo implicó reflexionar en torno a qué actividades hacer para reconocer los procesos adaptativos en la naturaleza, por ello, a través de las imágenes de los organismos y las conchas se pueden reconocer esta amplia diversidad de un grupo de organismos tan llamativo y singulares como

son los caracoles y babosas que se conocen, que invita a preguntarnos por esa amplia diversidad y su origen, llevando a comprender la importancia de la adaptación como proceso para dar respuestas en torno a esa gran variedad de organismos.

Por último y no menos importante, el fomento de la educación del océano a través de esta apuesta es fundamental ya que a través de este trabajo se hace relevante el abordaje de casos relacionados con la enseñanza de la biodiversidad marina, en particular, los gasterópodos marinos mediante la adaptación biológica como proceso. A través de esta apuesta se logra generar conocimientos de los ambientes marinos, así mismo generar actividades que implican enseñar y aprender sobre la importancia de los océanos, particularmente que es un ambiente dinámico que cambia la estructura de los organismos que habitan allí.

De esta manera, considero que el fomento de la educación del océano en las escuelas debe estar asociado a que el maestro proponga diferentes estrategias que posibilite el conocimiento del océano, por ejemplo, con solo llevar al aula una colección biológica marina, hace posible transformar las prácticas en el aula y a su vez generar una capacidad de asombro y nuevas relaciones en torno a la vida marina.

Por lo anterior considero la siguiente definición, construida durante esta apuesta:

A partir de lo documentado, la educación del océano es: una estrategia emergente de la educación de las ciencias en la que se fomenta la inclusión de diversos objetos de estudio para el conocimiento e importancia de los fenómenos del océano en la educación colombiana.

Esta definición surge de la necesidad de crear apuestas educativas donde emerjan diferentes objetos de estudios encaminados al conocimiento de los océanos, ya que a través de la revisión documental todavía no se cuenta con las estrategias didácticas y pedagógicas necesarias para su conocimiento, generando valoraciones negativas y falta de cuidado sobre estos ambientes marinos y costeros.

EL ROL DEL MAESTRO COMO INVESTIGADOR

La investigación educativa se ve representada en el desarrollo del trabajo de grado donde el maestro problematiza la importancia de la educación de las ciencias en los escenarios educativos. Por lo cual el maestro se cuestiona en torno a cómo concibe esa ciencia y qué acciones realiza para el desarrollo de estas actividades en el aula. Este trabajo de grado generó una deconstrucción de ciertas prácticas que son parte de la labor docente. Entre estas apuestas que se deconstruye son actividades que, en vez de dar respuestas únicas y pertinentes sobre el tema, se convierte en preguntas para la comprensión del fenómeno que se aborda en el aula, donde emerja la curiosidad por identificar y comprender el mundo natural.

Para ello, es necesario reconfigurar el rol del maestro, donde el maestro se cuestione sobre su construcción de conocimiento pedagógico, este conocimiento no debe ser solo memorístico, sino que cumpla aspectos para la construcción de apuestas dentro del aula con la finalidad de generar representaciones o explicaciones del mundo, por ello el maestro debe ser un investigador de su conocimiento y de su práctica pedagógica.

En relación con cuestionar el conocimiento del maestro, el pensarse la adaptación implicó reconocer aspectos de orden histórico, epistemológico y disciplinar con la finalidad de dar cuenta en qué momento abordarlo y cómo organizar elementos para dar cuenta de la adaptación como proceso en un contexto determinado.

Para ello, el maestro debe contar con diferentes formas de investigar que le permite reconocer otras perspectivas para abordar los objetos de estudio en el aula. En este caso los problemas de conocimiento es una perspectiva en la educación en ciencias que posibilita pensarse y configurar el fenómeno de estudio de diferentes maneras (epistemológico, disciplinar, pedagógico y didáctico). Esto con la finalidad de realizar un constructo a través de elementos o condiciones que permita generar la representación de un fenómeno natural. En este caso, permitió reconocer elementos clave para la comprensión de la adaptación como proceso, donde emergieron varias relaciones en torno a una mirada detallada de los cambios de estructuras y la diversidad de los gasterópodos marinos.

En relación a la idea de ciencia, la propuesta pedagógica y la configuración de la adaptación como proceso para comprender la ciencia como una actividad cultural, esto porque a través de las construcciones del maestro, se puede relacionar conceptualizaciones con la naturaleza, sin embargo, está no es la única manera, puede existir otras formas que

puedan relacionar la adaptación biológica, en este caso se convierte como un problema de conocimiento, ya que el maestro cuenta con diferentes estrategias de abordar la naturaleza del conocimiento, sus procesos de producción y el uso de diversas estrategias que sean legítimas en el aula y la sociedad.

Finalmente, ¡maestro se cómo un Caracol, ve lento y deja huella! Ante la cantidad de contenidos que se deben abordar en el aula, ante la cantidad de información que se encuentra de acceso libre, ante las exigencias sociales, ante la necesidad de innovar en nuestras prácticas; el maestro con su capacidad pedagógica e investigativa exige que apasionemos a nuestros estudiantes por el goce de aprender y conocer. Por tanto, este trabajo de grado se configura en un proceso donde el maestro no consume información, sino que configura varios elementos que van a fortalecer el conocimiento sobre la Ciencia y la enseñanza de esta en el aula, donde invite a explicar los fenómenos que están en el mar, el aire y la tierra. Haciendo que los estudiantes se cuestionen sobre lo que les rodea y busque alternativas como la Ciencia para poderlas explicar, esa es la huella que se debe generar al momento de enseñar.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan algunas recomendaciones derivadas de la construcción de la “**Caja didáctica Malacológica**” que sirve como material educativo para la enseñanza de la adaptación biológica como proceso y la enseñanza de la vida marina.

El uso de material biológico en este caso las conchas de los caracoles marinos posibilitan sensibilizar en torno a las formas, colores en torno a este tipo de estructuras. Sin embargo, hay organizaciones, comunidades y personas que invitan a regresar y no extraer las conchas del océano, esto porque cumple diferentes funciones para los ambientes marinos entre ellas, degradarse para aportar carbonato de calcio que otros organismos utilizan para formar sus exoesqueletos o conchas, así como para el hogar de los organismos que habitan dentro de ellas (Charpentier, 2023).

Por lo anterior es importante mencionar que las conchas con las que cuenta la *caja didáctica malacológica* son de material educativo del Museo de Historia Natural de la Universidad Pedagógica Nacional, que no cuenta con datos de colecta y sirve para el reconocimiento de las características. También se compró algunas conchas y se utilizó conchas de personas que compraron o trajeron de visita a las playas o en ciudades costeras.

En este sentido, si quieres construir tu propia caja didáctica malacológica debes tener en cuenta:

- 1) Consultar a familiares o amigos si cuentas con conchas de gasterópodos marinos con la finalidad de darle un uso académico.
- 2) Comprarles a artesanos o los que se encuentran en locales comerciales ya que fueron extraídos y cumplen con permisos para su comercialización.
- 3) Si cuentas con conchas parecidas y en gran cantidad devuélvelas al mar con la finalidad que cumpla con las dinámicas en el ambiente.
- 4) Se puede utilizar las conchas en un momento determinado y devolverlas nuevamente al mar. Es importante tener cuidado sí las conchas están panguradas, es decir si cuenta con cangrejos ermitaños u otros organismos, si es así déjala en el mar.

5) Utilizar modelos en 3D que permita observar las características y realizar este tipo de comparaciones, con la finalidad de no seguir extrayendo conchas de las playas.

Respecto al numeral 5, a futuro se espera utilizar material realidad aumentada que identifique, recree y narre los procesos adaptativos de otras maneras con la finalidad de generar nuevos recursos que permitan generar explicaciones en torno a las adaptaciones de los organismos marinos y no comprar o extraer las conchas de las playas y los mares.

REFERENCIAS

- Amat, G. (2009). *Los significados de la Adaptación Biológica*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Colombia: Instituto de Ciencias Naturales. Recuperado de: [\(PDF\) LOS SIGNIFICADOS DE LA ADAPTACIÓN BIOLÓGICA Evolución](#).
- Amat, G., Vargas, O. (1995). *La adaptación biológica. Algunas tesis de comprensión*. Bogotá D.C. Universidad Nacional. Innovación y Ciencia, vol. 4, num. 1, pp. 20-25. Recuperado de: [\(PDF\) Algunas tesis de comprensión sobre la adaptación biológica](#).
- Aktipis, S., Giribet, D., Lindberg, A., Ponder, W. (2008). *Gastropoda: An overview and analysis*. In: *Phylogeny and evolution of the Mollusca*. Ed. Ponder, W and Lindberg D. Regents of the University of California. United States of American.
- Arca, M., Guidoni, P., Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencias: Cómo empezar. Reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Asociación Vellmari (2021). *Descubriendo y Conservando el Mediterráneo: Educación y Sensibilización marina*. Puerto de la Savina. España. Recuperado en: <https://asociacionvellmari.com/educacion-y-sensibilizacion-marina/>.
- Baker, J., Allen, G. (1970). *Biología e investigación Científica*. Caracas, Venezuela: Fondo Educativo Interamericano. Cap. 19. (p. 497- 524).
- Beltrán-Alvarado, D. (2020). *Evaluación de la relación entre las habilidades metacognitivas y la elaboración de mapas mentales como estrategia para el aprendizaje de la adaptación como concepto estructurante de la biología en estudiantes de grado noveno de la IED Paulo Freire*. [Tesis de Maestría en Educación, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/49828>.
- Brusca R. C., Brusca G. J. (2005). *Invertebrados*. 2da edición (traducción de la versión en inglés de 2003) (p. 757-786). Madrid: McGraw Hill / Interamericana de España, S. A.
- Brusca, R., Giribet, G., Moore, W. (2023). *Invertebrates*. 4^{ta} Edition. (p. 321-356). United States of American: Oxford University Press.
- Castro, J. (2009). *La idea de contingencia histórica como eje central del Darwinismo. Una discusión en torno a la actualidad de Darwin*. Revista: Bio-grafia: Escritos sobre la biología y su enseñanza. Recuperado en: [Vista de La Idea de Contingencia Histórica como Eje Central del Darwinismo. Una discusión en torno a la actualidad de Darwin. \(pág. 84-106\) \(pedagogica.edu.co\)](#).
- Cerrón, W. (2018). *La investigación cualitativa en Educación*. Lima: Universidad Nacional del Centro de Perú. P. 1-12. Recuperado de: [Visor Redalyc - La investigación cualitativa en educación](#).

- Chaves-Mejía, G. A. (2021). Perfil conceptual sobre adaptación biológica en docentes de biología: Un estudio de casos. Bogotá D.C. [Tesis de Doctorado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/28821>.
- Colombia Aprende. (03 de diciembre de 2023). ¿De qué forma se adaptan los animales y plantas a los diferentes ecosistemas de nuestro país? (2015). Ministerio de Educación Nacional. Bogotá: Colombia. Recuperado en: [¿De qué forma se adaptan los animales y plantas a los diferentes ecosistemas de nuestro país? | Colombia Aprende](#).
- Comisión Colombiana del Océano –CCO-. (2013). Unidad 3. La vida en el mar. En CCO (ed.), *El Océano Maravilla Terrestre*. Primera Edición. (p. 213-268). Bogotá D.C: Editorial Comisión Colombiana del Océano.
- Comisión Colombiana del océano -CCO-. (2016). Unidad 2. Recursos vivos del océano y la zona costera. En CCO (ed.), *El Océano en las Ciencias Naturales y Sociales*. (Tercera ed.). Bogotá: Entrelibros e-books solution (p. 38-55). Recuperado de: [El Océano en las Ciencias Naturales y Sociales - Comisión Colombiana del Océano \(cco.gov.co\)](#).
- Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES. (2020). *Documentos CONPES 3990: Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030*. Bogotá D.C. Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de: <http://www.cco.gov.co/cco/publicaciones.html>.
- Cousteau, F (2017). Océano: el último rincón del mundo salvaje al descubierto (p. 278-291). Trad: Deleatur. S.I. Gran Bretaña: Dorling Kinderley Ltd.
- Dando, M., Burchett, M., Waller, G. (1996). *Sea Life. A Complete Guide to the Marine Environment*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. U.S.A.
- Darwin, C. (1859). *El origen de las especies*. Bogotá, Colombia. Editorial Cono Sur. Primera edición 2017. Cap. I y II. (p. 13- 66).
- Darrigran, G. (2013). *Los moluscos bivalvos: aportes para su enseñanza: teoría-métodos*. La Plata: Universidad de la Plata. Recuperado de: [CONICET_Digital_Nro.d18c48c9-133c-4c4b-b8a9-fcf26bc4e2fe_B.pdf](#)
- Delgado, J. (2018). Capítulo 19: Evolución, Variación genética, especiación y filogenia. Universidad de Murcia. España. Recuperado en: [\(PDF\) Capítulo 19: Evolución, variación genética, especiación y filogenia. \(researchgate.net\)](#)
- De Esteban, S. (2011). *Ecomorfología de Xenartros extintos: Análisis de la mandíbula con métodos de morfometría geométrica*. *Ameghiniana*, 48(3),381-398.
- Díaz, J., Santos, T. (2003). *Zoología aproximación evolutiva a la diversidad y organización de los animales*. Madrid: España.
- Ehrlich, P., Ehrlich, A. (1995). *Extinción I. La desaparición de las especies vivientes en el planeta*. Salvat Editores S.A. Barcelona: España.

- Escaso, S., Martínez, J., Pannelo, M. (2010). *Fundamentos Básicos de Fisiología Vegetal y Animal*. Madrid. Person Educación, S.A.
- Franco, A., Castellanos, R., Medellín, F. (2010). Una mirada al contenido didáctico del concepto adaptación biológica en los libros de texto de biología de 6° y 9° grados de educación básica. *Revista Biografía*. Vol. (3), No.4. p. 1 - 24. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/4309>.
- Franco, A., Sánchez, J., Guerra, W., Reynolds, J., Speich, S., Cantera, J., Gutierrez, F., Peña, E. (2020). Colombia, la oportunidad del Agua: Dos océanos y un mar de ríos y aguas subterráneas: Propuestas del Foco de Océanos y Recursos Hidrobiológicos. Primera Edición. Bogotá D.C. Editorial U. Tadeo. Recuperado en: [TacoMisionSabiosUtadeo AGO 2020.indd](#).
- Freeman, S., Herron, J. (2002). *Análisis Evolutivo, Segunda Edición*. Madrid, España: Editorial Pearson Educación, S.A.
- Frýda, J., Nützel, A., Wagner, P. (2008). Paleozoic Gastropoda in: Phylogeny and evolution of the Mollusca. Ed. Ponder, W and Lindberg D. Regents of the University of California. United States of American.
- Gándara, M., Gil, M., Sanmartí, P. (2002). *Del modelo científico de <<Adaptación Biológica>> al modelo de <<Adaptación Biológica>> en los libros de texto de la enseñanza secundaria obligatoria*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 20 (2). Pp. 303 – 314. Universidad Autónoma de Barcelona, España. Recuperado de: [Del modelo científico de «adaptación biológica» al modelo de «adaptación biológica» en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria | Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas \(uab.es\)](#).
- García-Barros, S., Fuentes Silveira, M. J., Rivadulla-López, J. C. y Vázquez-Ben, L. (2021). *La adaptación de los animales al medio. Qué aspectos consideran los estudiantes de Primaria y Secundaria*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3106. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3106.
- García, A., Outelero, R., Ruíz, E., Aguirre, J., Almodóvar, A., Alonso, J. (2011). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de los moluscos. *Revista Reduca (biología)*. 4 (2): 61-74. Recuperado en: [1.- protozoos - Universidad Complutense de Madrid \(studylib.es\)](#).
- González, C., Hernández, A., Santiago, A. (2020). Maravillas escondidas de los nudibranchios. Universidad de Guadalajara. México. Recuperado de: [\(PDF\) Maravillas escondidas Nudibranchios \(researchgate.net\)](#).
- González, L. (2010). La Teoría de la Evolución. En: Mainardi, E., González, L., Revel, A., Plaza, M. (Eds.) *Educación en Ciencias* (p. 225-259). Buenos Aires: Editorial Paidós.
- González Arenas J. E., Velandia Suarez J. S. (2020). *¿Qué explicaciones construyen los estudiantes del colegio la palestina, Bogotá de grado 8° para comprender el concepto*

adaptación biológica desde las adaptaciones de los órganos sensoriales? Revista Electrónica EDUCyT, Vol. Extra, 1703-1716.
<https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/165>.

Gould, S.J., Vrba, E.S. (1982). *Exaptation a missing term in the science of form*. *Paleobiology* 8:4-15. Citado en: *Sistemática Biológica: Fundamentos teóricos y ejercitaciones*. Lanteri, M; Cigliano (editoras) (2006). Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Hernández, F., Lugo, E., Batalla, E., Caravantes, J. (2020). *Ecomorfología: Una visión ecológica-adaptativa de la morfología de las especies en su comunidad*. Revista Educateconciencia, Vol.15, No.26. México. Recuperado en: [\(PDF\) Ecomorfología: Una visión ecológica-adaptativa de la morfología de las especies en su comunidad \(researchgate.net\)](#).

Hickman, C., Roberts, L., & Larson, A. (2001). *Principios Integrales de Zoología* (11ª ed.). (p. 325-355). Madrid: McGraw-Hill.

Ibáñez, C., Méndez, M. (2014). *Filogenia y Método Comparado*. En: *Introducción a la Biología Evolutiva* (1ª Edición). Ed. Méndez, M., Navarro, J. Santiago de Chile: Sociedad Chilena de Evolución.

Imbernón, F., Alonso, M. J., Arandia, M., Cases, I., Cordero, G., Fernández, I., . . . Ruiz, P. (2002). *La discusión paradigmática en la investigación educativa*. En F. Imbernón, M. J., Alonso, M., Arandia, I., Cases, G., Cordero, I., Fernández, P. (2002). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado* (págs. 23-34). Graó.

Iturbe, U. (2010). *Adaptaciones y adaptación biológica, revisadas*. Área Académica de Biología del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México.

Jacob, F. (1984). *La lógica de lo viviente*. Barcelona: Salvat. Cap. 2 y 3. (p. 56 – 116).

Jaramillo, N., & Hidalgo, S. (2015). *Una Aventura Llamada El Océano*. Bogotá D.C, Colombia: Comisión Colombiana Del Océano. Bogotá: Editorial Punto aparte Editores. Recuperado de: [Una Aventura Llamada Océano - Comisión Colombiana del Océano \(cco.gov.co\)](#).

Kellert, S. (1993). *Values and perceptions of Invertebrates*. *Revisit Conservation Biology*. Vol 7 No. (4). School of forestry and environmental studies. U.S.A.

Kellert, S., Wilson, E. (1993). *The Biophilia Hypothesis*. Published by Island Press. Washington. D.C. USA.

Kotis. C. Koutsopoulos., J. H. Stel (eds) (2021). *Ocean Literacy: Understanding the Ocean*. Key Challenges in Geography, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-70155-0>.

- Lab4U Team. (26 de junio de 2024). Relevancia de la enseñanza sobre el océano. Sitio web de Lab4U. Santiago. Chile. Recuperado de: [Relevancia de la enseñanza sobre el océano - Lab4U](#).
- Lanteri, A., Cigliano M. (2006). Sistemática Biológica: fundamentos teóricos y ejercicios. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. Recuperado en: <https://www.researchgate.net/publication/260136341>.
- Legarralde, T., Vilches, A., De Andrea, P., Guadagno, L., Acosta, R., Barra, R., Bornemann, C., Custodio, H., Fernández, J., Lucero, C., Damborenea, C., Fernández, M., Darrigran, G. (2022). *Biodiversidad en-caja. Una secuencia de intervención para el aula de educación secundaria utilizando cajas didácticas sobre moluscos*. Bogotá D.C: Revista Bio-grafía. Escritos sobre Biología y su enseñanza. (p. 449-455). Recuperado de: [Documento_completo.pdf-PDFA.pdf](#).
- Levin, H., King Jr, D. (2016). *The Earth Through Time*, 11th Edition. Library of Congress cataloging in publications data. Wiley & Sons. United States of American.
- Levinton, J. S. (2014). *Marine Biology. Function, Biodiversity, Ecology*. Oxford University Press, Inc. Fourth Edition, U.S.A.
- Lewontin, R. (1989). La adaptación. Recuperado en: [La Adaptación-Richard C.Lewontin | PDF](#).
- López, K., Perafán, M., Ramírez, R. S., Rivera, A. (2023). *Ceguera oceánica: la necesidad de introducir la educación del océano en la formación de maestros en ciencias naturales*. Bogotá D.C: Revista Electrónica EDUCyT, 14(Extra), 883–889. Recuperado de: <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/377>.
- Maldonado, C. (2009). *Evolución, Teoría de las Extinciones, Complejidad*. Acta biológica colombiana. Universidad del Rosario. Bogotá D.C. Colombia.
- Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales -MDCN-. (S.F.). Presentación del programa y objetivos. Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado en: [Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales - Facultad de Ciencia y Tecnología](#).
- Margalef, R. (1980): *La Biosfera. Entre la termodinámica y el juego*. Omega, Barcelona: España.
- Maturana, H., Varela, F. (1980). *De máquinas y seres vivos: Autopoiesis: La organización de los seres vivos*. Editorial Universitaria.
- Mayr, E. (1998). *Así es la Biología. Debate: pensamiento*. Madrid. España. Cap. 9. (p. 193-224).
- Medellín, F. A. (2019). La adaptación biológica: Rastreado ideas en los discursos de Jean Baptiste Lamarck y Charles Darwin. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10647>.

- Melendi, D., Scafati, L., Volkheimer, W. (2008). *Biodiversidad: la diversidad de la vida, las grandes extinciones y la actual crisis ecológica*. 1ra edición. Buenos Aires: Continente Pax.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje V.1: Ciencias Naturales*. Bogotá D.C: Panamericana Formas e Impresos S.A. Recuperado de: [DBA_C.Naturales-min.pdf \(colombiaaprende.edu.co\)](http://DBA_C.Naturales-min.pdf).
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales están enmarcados en el Proyecto Ministerio de Educación Nacional - Ascofade (Asociación Colombiana de Facultades de Educación) para la formulación de los estándares en competencias básicas*. Bogotá Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf.
- Miramontes, O. (2009). *Evolución, autoorganización y otros números del montón*. Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Miscelánea Matemática No. 49 pp. 33 – 49.
- Montoya-Cadavid, E. (2020). *Biodiversidad marina Colombia 2019: construyendo cifras del inventario nacional*. Programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos. INVEMAR. Santa Marta. Documento Anexo del Informe BPIN INVEMAR 2019.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2020). *Ocean Literacy: The Essential Principles and Fundamental Concepts of Ocean Sciences for Learners of All Ages*. Washington, DC. United State of American. Recuperado de: https://static1.squarespace.com/static/5b4cecfde2ccd188cfed8026/t/6101cb7536e2ed6426ba15b6/1627507591681/OceanLiteracyGuide_V3_2020.pdf.
- Noguera, R., Hernández, V. (2009). *Variación: El universo infinito de las entidades biológicas*. Revista Digital Universitaria. Universidad Autónoma de México. Recuperado en: [art35.pdf \(unam.mx\)](http://art35.pdf).
- Orozco, J., Valencia, S., Méndez, O., Jiménez, G., Garzón J. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis. Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/15605>.
- Payne, D., Halversen, C., y Schoedinger, S. (2021). *A Handbook for Increasing Ocean Literacy: Tools for Educators and Ocean Literacy Advocate*. National Marine Educators Association, College Park, MD. Recupérate of: [Ocean Literacy Handbook — National Marine Educators Association \(marine-ed.org\)](http://OceanLiteracyHandbook—NationalMarineEducatorsAssociation(marine-ed.org)).
- Preciado, L. (2023). *Elementos de ficción como mediadores pedagógicos que aporten a la construcción del concepto de adaptación biológica en estudiantes de quinto de primaria de la IED el porvenir*. Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/d6172a22-964e-44bf-bbfc-db92fd6a55af/content>.

- Programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales -MDCN-. (s.f). Objetivos de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. Recuperado de: [Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales - Facultad de Ciencia y Tecnología \(upn.edu.co\)](http://upn.edu.co)
- Ramírez, R. S. (2021). “*Expedición Océano: adaptaciones de los animales marinos*”. Sitio web como aporte a la inclusión de la educación marina a estudiantes de básica secundaria; Bogotá D.C: Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16470>.
- Ruppert E., Barnes, R. (1996). *Zoología de los invertebrados*. 6ta edición (traducción de la versión en inglés de 1994) (p. 361-491). Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana.
- Rodríguez, L., Gómez, A., Muñoz, C., Navarrete, G., González, D., Peña, L., Jaramillo, J. (2013). *Los Caminos del Saber. Ciencias 7°*. Editorial Santillana. S.A. Bogotá: Colombia.
- Rojas, M., Torres, N. (2017). La enseñanza de especies no carismáticas invertebradas en el contexto de la escuela nueva: Un análisis desde los libros de texto. *Revista Biografía* Vol. 10 No. (19). Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/3843>.
- Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Sánchez, C (Ed). (2013). *Los caminos del saber: Ciencias 9°*. Bogotá. Colombia: Editorial Santillana S.A.
- Sánchez, F., Gutiérrez J (2020). *La alometría una ley de potencias ubicua en la estructura de los seres vivos*. *Interdisciplina* 8, N°20: 11-22.: <http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2020.20.71181>
- Secretaria Ejecutiva Comisión Colombiana del Océano. (2013). *El Océano: Maravilla terrestre*. Bogotá D.C, Colombia: Editorial Comisión Colombiana del Océano Diseño y Diagramación: Unión Gráfica Ltda.
- Soler, M. (2002). *La Evolución y La Biología Evolutiva*. Madrid, España: Proyecto Sur de Ediciones S.L.
- Torres, R., García, M. J. (1998). Los estudios faunísticos y de bioprospección en la educación de los colombianos. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/15704>.
- Unesco / COI. (2018). *Cultura oceánica para todos. Kit pedagógico*. París: Organización de Naciones Unidas. Recuperado de: [Resources | Global Citizenship Education \(GCED\) Clearinghouse | UNESCO & APCEIU \(gcedclearinghouse.org\)](http://resources.globalcitizenshipeducation.org/).
- Valencia, S. (2017). *Eco-perspectivas en educación ambiental*. Bogotá D.C: Ted, Episteme y Didaxis. Recuperado de: [\(PDF\) ECO-PERSPECTIVAS EN EDUCACIÓN AMBIENTAL](#).

- Valenzuela, C. (2014). Capítulo 7. Genética de poblaciones. Programa de genética humana. En: *Introducción a la Biología Evolutiva*. -Méndez M y Navarro J. Editores- (2014). Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Varón, C. (2015). *Morfometría geométrica y el estudio evolutivo de la forma*. Revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva. Evolución 10(1):59-68. Recuperado en: [\(PDF\) Morfometría geométrica y el estudio evolutivo de la forma \(researchgate.net\)](#).
- Willmann, R., Voss, J. (Eds.). (2017). *The Art and Science of Ernst Haeckel*. Taschen.
- Wilson, E. (1984). Biofilia. El amor a la naturaleza o aquello que nos hace humanos. Trad. Llanero T. Madrid. España: Errata Nature Editores. Cap.1. (p. 11-42).
- Zuleta, P (Ed). (2017). *Ciencias 9° Segundo Semestre. Aulas sin Fronteras*. Bogotá D.C. Colombia: Ministerio de Educación Nacional -MEN-.

Webgrafía de las imágenes

- Imagen 1. Recuperado en: https://www.universe-magic.com/images/2022/02/bizarre-animal_2745_1_1645570630.jpg.
- Imagen 2. Recuperado en: <https://th.bing.com/th/id/R.6ff81e5aeed42c172d0f53d0826d3c28?rik=pQMhBsvDUwMvjw&pid=ImgRaw&r=0&sres=1&sresct=1>.
- Imagen 3. Recuperado en: <https://www.nauticalnewstoday.com/wp-content/uploads/2016/01/Calamar-Vampiro.jpg>
- Imagen 4. Recuperado en: <https://i.ytimg.com/vi/NzW4qx4WPGw/maxresdefault.jpg>
- Imagen 5. Recuperado en: <https://th.bing.com/th/id/OIP.QVY2Vf3F31TIFXK-H2KJwwHaDs?rs=1&pid=ImgDetMain>
- Imagen 6. Recuperado en: <https://supercurioso.com/wp-content/uploads/2019/01/caracol-violeta-1.jpg>
- Imagen 7. Recuperado en: <https://www.repretel.com/wp-content/uploads/2023/03/piangua.png>
- Imagen 8. Recuperado en: <https://www.frinsa.es/wp-content/uploads/2019/05/Navajas-concha-bajo-el-mar.jpg>
- Imagen 9. Recuperado en: <https://www.ncei.noaa.gov/waf/oceanos-animal-guide/images/MolluscaOther017.jpg>
- Imagen 10. Recuperado en: <https://th.bing.com/th/id/OIP.UYDeia-uTrA3SyBh472N5wAAAA?rs=1&pid=ImgDetMain>
- Imagen 11. Recuperado en: <https://th.bing.com/th/id/OIP.F0-lb8yQVwCYwZmBiq3gjwAAAA?rs=1&pid=ImgDetMain>
- Imagen 12. Recuperado en: <https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/6423172/medium.jpg>
- Imagen 13. Recuperado en: [https://www.thoughtco.com/thmb/auwd-PvrQmR5QCqP9JecN1fkh6U=/3604x2766/filters:no_upscale\(\):max_bytes\(150000\):strip_icc\(\)/GettyImages-166260749_high-5682dc823df78ccc15c2235a.jpg](https://www.thoughtco.com/thmb/auwd-PvrQmR5QCqP9JecN1fkh6U=/3604x2766/filters:no_upscale():max_bytes(150000):strip_icc()/GettyImages-166260749_high-5682dc823df78ccc15c2235a.jpg)
- Imagen 14. Recuperado en: https://files.lafm.com.co/assets/public/2020-05/dragon_azul_0.jpg
- Imagen 15. Recuperado en: <https://th.bing.com/th/id/R.0964efa7a640e2832b8294b937d87e94?rik=1SuEc68TGq7wsg&riu=http%3a%2f%2fmedia-cache-ec0.pinimg.com%2f736x%2f03%2fa9%2ff7%2f03a9f7006342d02fe1e03b6564a246b0>

[jpg&ehk=Z4sFJ2PYHD8J8BPokHDIfP91HQK41CI%2bNj09Dqc1CVw%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0](http://i.pinimg.com/originals/16/27/80/162780ee5a391b5f3a6de037444c51cd.jpg)

Imagen 16. Recuperado en:

<https://i.pinimg.com/originals/16/27/80/162780ee5a391b5f3a6de037444c51cd.jpg>

Imagen 17. Recuperado en:

<https://th.bing.com/th/id/R.78c39cc9e6381bd8b21a89bda18b0389?rik=iPO1Wq2DNpvV6Q&riu=http%3a%2f%2fwww.aquaportail.com%2fpictures1307%2fmoules-mytilus-edulis.jpg&ehk=V2TPtdZ618xtQdnBQ18uF9rfbrM8WLkClMKQT9a2QuA%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0>

Imagen 18. Recuperado en:

https://th.bing.com/th/id/R.2a315e0e8f2c677c18560f574ef342e9?rik=Iiwi4%2bSbTIu42A&riu=http%3a%2f%2fmedia.cubadebate.cu%2fwp-content%2fuploads%2f2013%2f11%2fmagnapinna_1ff.jpg&ehk=l6Vau%2bHmDCWrKV2ykTLIZaI85q556jQOH4TSwVDLVTA%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0

Imagen 19. Recuperado en:

<https://th.bing.com/th/id/R.5086b51a6e18d432a5fe98b8fd4f2909?rik=G3OeuQYuybLApQ&pid=ImgRaw&r=0>

ANEXOS

Anexo 1: Actividad Inicial. “La diversidad marina de Colombia: un tesoro por explorar y conservar”.



¡Vamos a la clase gasterópodos!
Historias a través de la adaptación.

La diversidad marina de Colombia: Un tesoro por explorar y conservar



Introducción: Con la finalidad de abordar la adaptación como proceso en relación con los gasterópodos marinos, se iniciará con la una historia sobre la vida en el océano. Esta historia cuenta con algunas descripciones de la vida de los organismos marinos.



Nuestros mares, han sido testigos del nacimiento de una gran diversidad de organismos marinos, muchos de ellos aún desconocidos en nuestro territorio. Vamos a comenzar nuestro recorrido en el Caribe Colombiano, específicamente en el Archipiélago de San Andrés y Providencia habita bajo 20m de la superficie vive el animal más antiguo de Colombia llamado *Ceratoporella nicholsoni*, una esponja marina, esta cuenta con un exoesqueleto de calcio y data de hace cientos de años. Otro organismo muy conocido en el Caribe es el caracol pala, habita en las praderas marinas y se alimentan de grandes cantidades de algas, su concha es muy grande y fuerte.

Un poco más al sur, en el Parque Nacional Corales de Rosario y de San Bernardo, se puede presenciar un evento mágico en septiembre: el desove de corales, donde el mar se llena de puntos blancos.

En el océano Pacífico, encontramos otros organismos marinos sorprendentes como el tiburón ballena, el pez más grande del mundo, que visitan este sector entre abril y septiembre. También llegan las ballenas jorobadas que vienen a dar a luz entre agosto y noviembre. Y aunque las orcas no habitaban originalmente estas aguas, ahora se pueden ver surcando nuestros océanos.

Este es un pequeño recorrido por los asombrosos organismos que habitan nuestras costas y mares. Sin embargo, todavía hay mucho por conocer, por ello, te invito a explorar la vida de aguamalas, estrellas, pepinos, tortugas, pelicanos, fragatas, caracoles, entre otros organismos que hacen parte de nuestro territorio. La biodiversidad marina colombiana era un recurso invaluable y es necesario catalogar cada especie y entender su papel en el ecosistema.

Así, bajo las aguas del Caribe y el Pacífico, desde los manglares hasta las chimeneas de las profundidades, la vida continúa en un delicado equilibrio. Y aunque hay mucho por descubrir, todos los habitantes del territorio colombiano tenemos el deber de explorar y conservar este tesoro sumergido.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 2: Actividad No.1. “Piensa”.

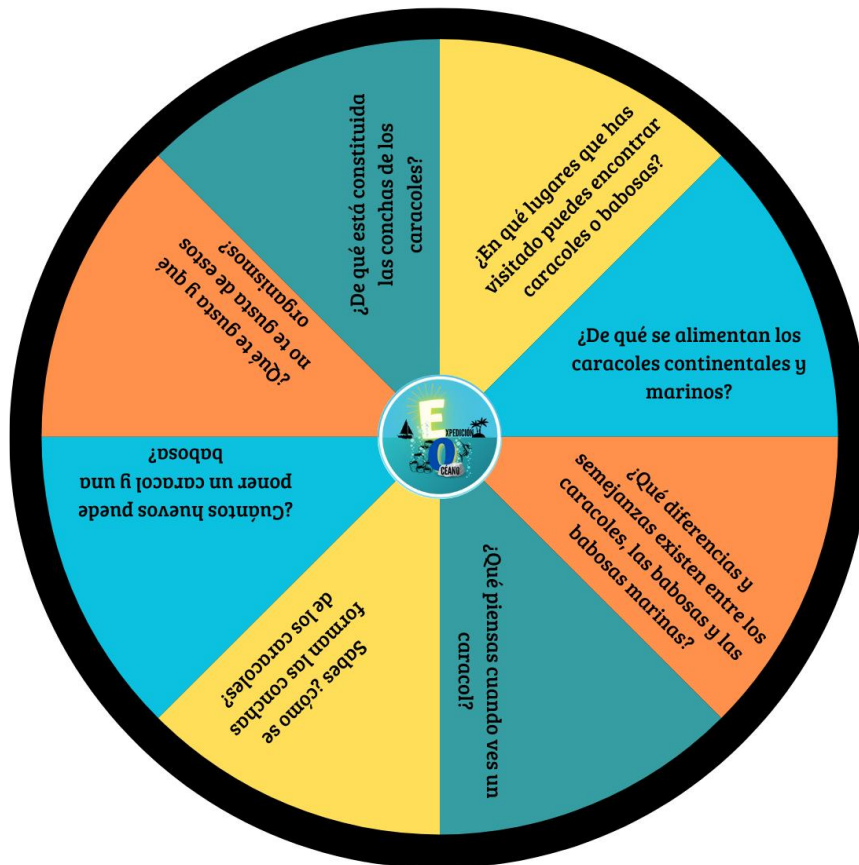


¡Vamos a la clase gasterópoda:
historias a través de la adaptación.

Piensa...



Descripción de la actividad: a través de las preguntas que se encuentra en la ruleta los estudiantes responderán y compartirán sus ideas y sensaciones respecto a los caracoles y babosas.



1

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3: Actividad No. 2. “¿Quién es y quien no es?”.



¡Vamos a la clase gasterópoda:
historias a través de la adaptación.



¿Quién es y quién no es?

Descripción de la actividad: en un primer momento se debe leer un breve relato realizado sobre la diversidad de formas de los moluscos, donde se incluyen las características de los gasterópodos y su diversidad.

Después, los estudiantes deben hacer con los materiales brindados por el docente, una concha de los caracoles marinos, respecto a las características descritas en el relato y que les permita identificar como es la concha de los caracoles a diferencia de otros organismos con concha.

Los moluscos y su gran diversidad

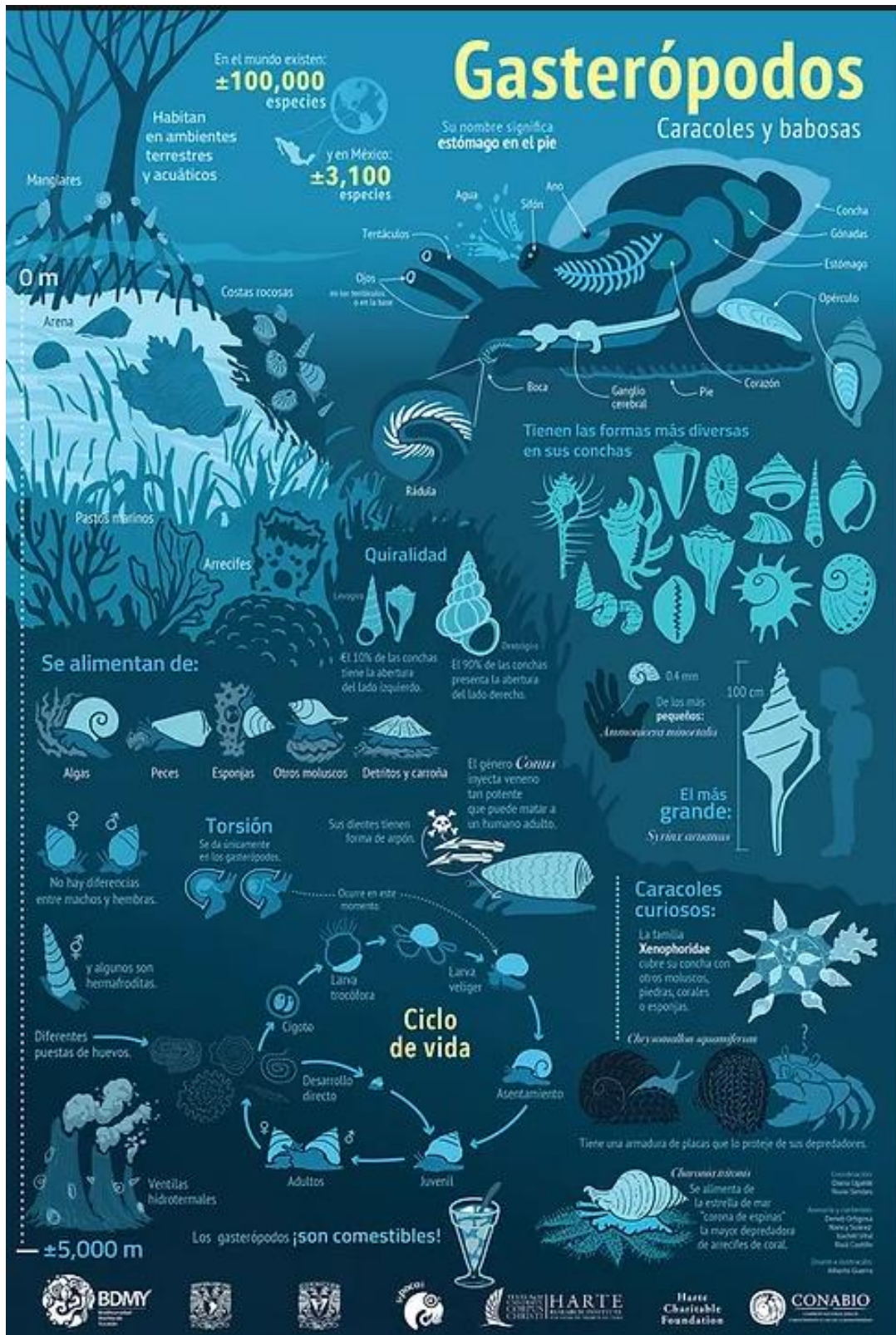
Los moluscos son unos de los animales marinos más abundantes, con una gran diversidad y una notable variedad de formas, que les permite vivir casi en cualquier lugar, desde el fondo del océano a la zona de salpicadura. Incluyen ostras, nudibranchios y pulpos. Algunas especies carecen de ojos y de concha, y viven pasivamente en el sedimento o en el lecho marino. Otras son cazadoras activas, con sistemas nerviosos complejos y grandes ojos. Los moluscos filtradores, como las almejas, son vitales para los ecosistemas costeros, pues proporcionan alimento a otros animales y mejoran la calidad del agua.

En relación con demostrar esta diversidad y la variedad de formas de los moluscos, se tiende a describir que estos organismos tienen cabeza, una masa corporal blanda y un pie muscular formando desde la superficie interior del cuerpo. Poseen esqueleto hidrostático: sus cuerpos se sostienen por la presión del fluido interno, y no por un esqueleto duro.

Todos tienen manto, una capa corporal que cubre su parte superior y que puede segregar una concha. En los bivalvos (almejas y mejillones) la concha tiene dos mitades unidas por una charnela; unos poderosos músculos les permiten tenerlas cerradas durante las mareas bajas o si corren peligro. Otros poseen una pieza bucal raspadora o rádula, exclusiva de los moluscos. Los cefalópodos (pulpos, calamares y sepias) tienen mandíbulas en forma de pico y tentáculos, pero en su mayoría carecen de concha.



Fuente: elaboración propia.



Fuente: Biodiversidad Marina de Yucatán. Recuperado de: [Infografías | Bdmv](#)

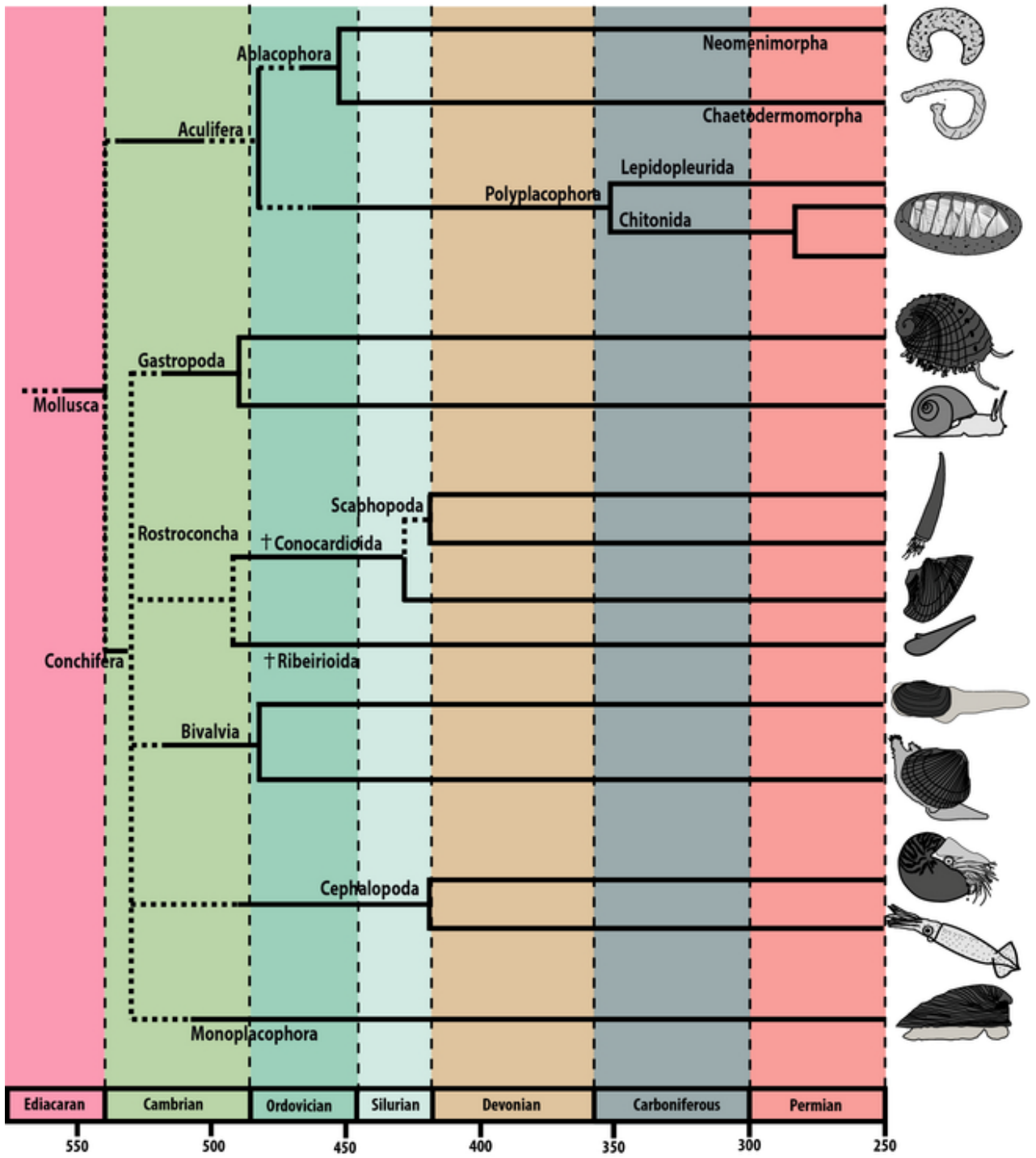
GASTERÓPODOS

Morfología general del exoesqueleto

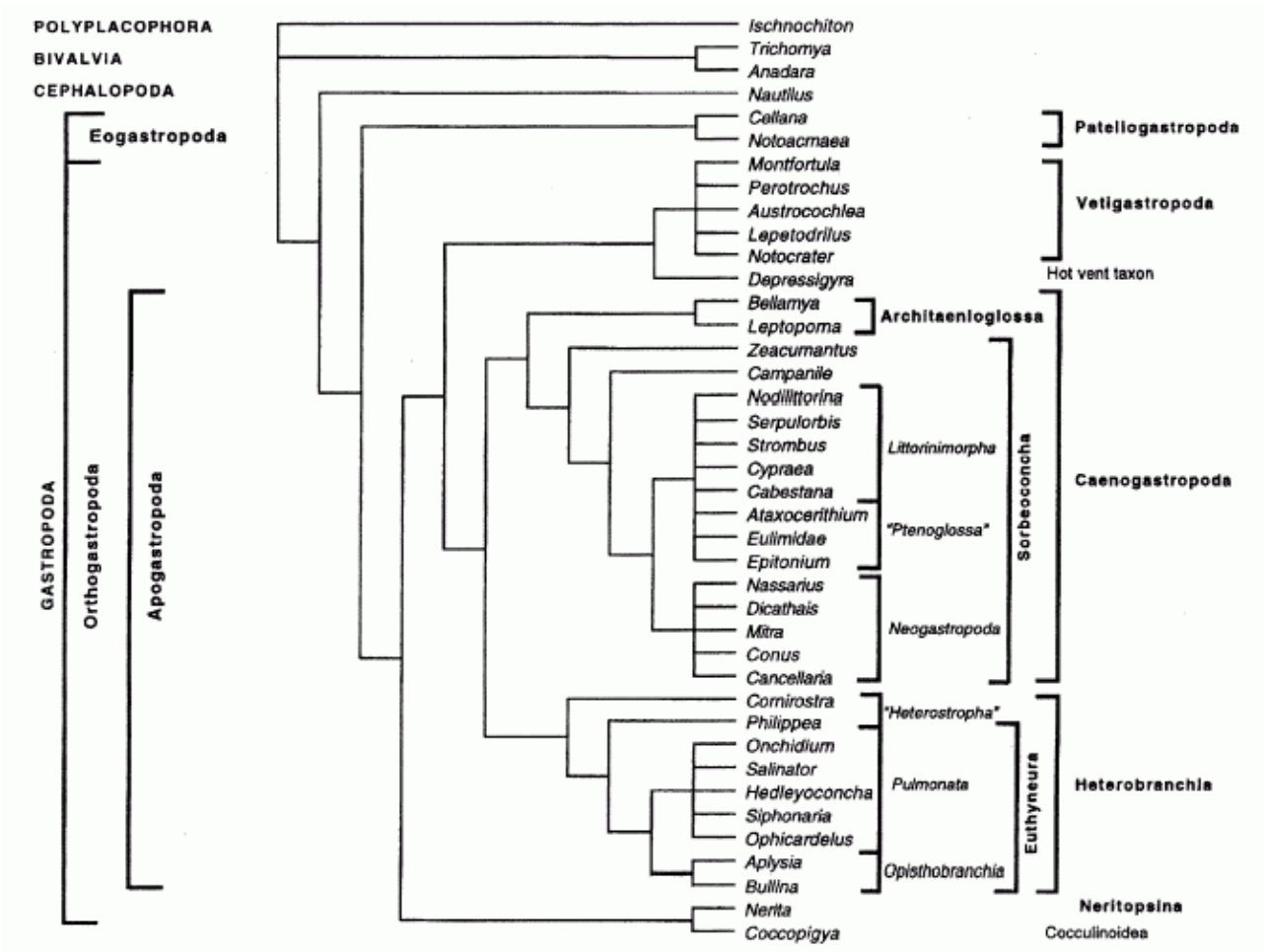
ELABORÓ: MTRD. VICENCIO DE LA CRUZ FRANCISCO



Fuente: Catálogo ilustrado de gasterópodos del Golfo de México (2004).



Fuente: Paleontología y evolución (2015). ucm.blogspot.com.



Fuente: Gastropoda: Systemtics (2002). <http://palaeos.com/>

Anexo 5: Actividad No. 3. “¿Quién es marino y quién es continental?”.



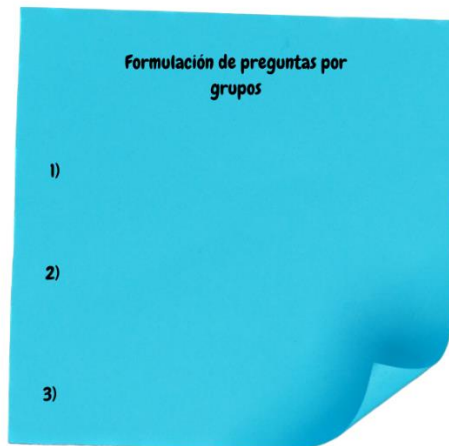
¿Quién es marino y quién es continental?

Descripción de la actividad: en un primer momento los estudiantes se organizarán por grupos, allí se les pasará 5 conchas de organismos marinos o continentales. De acuerdo con lo anterior deben diferenciar cuales son marinas y cuales son terrestres, así mismo escogerán a un relator para que explique cómo realizaron su respectiva comparación.

Seguido a la actividad cada grupo de formulará tres preguntas relacionadas a la existencia de los caracoles y estos porque pueden habitar en zonas terrestres o marinas. Así mismo, formular preguntas al estilo de vida de cada una.



Caja No. 1.
Actividad No. 3.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 6: Actividad No. 4. “¿Quién se parece quién?”.



¿Quién se parece a quién?

Descripción de la actividad: en un primer lugar se mostrará a los estudiantes un collage de la diversidad de gasterópodos que hay dónde se presentan diferentes formas, estructuras y tamaños, allí los estudiantes deben reconocer las semejanzas de los caracoles.

Después de identificar las semejanzas los estudiantes deben realizar un listado de las diferencias de las partes de cada uno de los caracoles, por ejemplo, la forma del ápice o la forma de la apertura.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 7: Actividad No. 5. “¿y eso por qué?”.

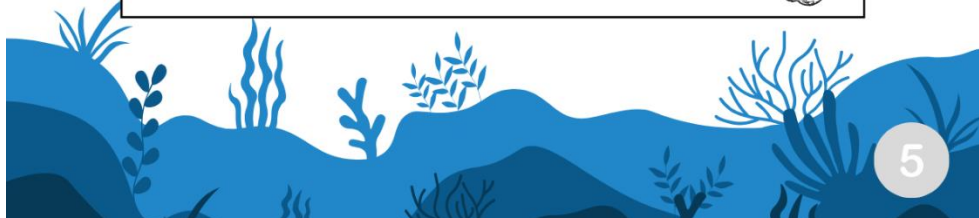




¿y eso por qué? ...

Descripción de la actividad: se presentará a los estudiantes diferentes caracoles marinos que tienen estructuras en sus conchas muy raras, para ello los estudiantes deben construir las preguntas en torno al por qué cuentan estas estructuras y que creen porque surgieron.



Preguntas



Fuente: elaboración propia.

Anexo 8: Actividad No. 6. “Conociendo la diversidad de conchas”.





Conociendo la diversidad de las conchas

Descripción de la actividad: para iniciar se encontrará en un cajón diferentes conchas, donde los estudiantes deben elegir cuales son gasterópodos y que formas representan.

En un segundo momento los estudiantes deben elegir una de las conchas respecto a sus formas, es decir, si son alargadas, ovaladas, la forma de los vértices y realizar una descripción en la ficha de reconocimiento, esta ficha tiene un espacio para dibujar la concha y describir las características.



Ficha de reconocimiento de los gasterópodos marinos 	
	
Dibujo	
Descripción	



Fuente: elaboración propia.

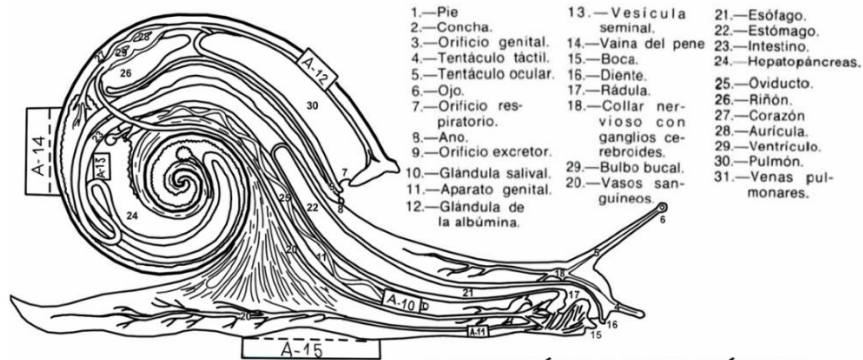
Anexo 9: Actividad No. 7. “Caracoles de colores”.



Caracoles de colores...

Descripción de la actividad: los estudiantes colorearán con unos colores específicos siguiendo las instrucciones, las características de los gasterópodos, entre ellas estructuras como el pie, el manto, la concha; los ambientes húmedos y describir las funciones importantes de estas estructuras.

MOLUSCOS: GASTERÓPODOS



CLASIFICACIÓN DE LOS GASTERÓPODOS

Dibujos originales de Jesús Herrero Pampliega



Adaptado por www.actitud.com



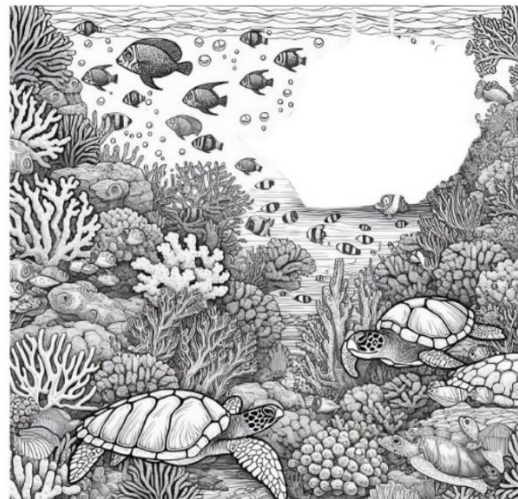
PROSOBRANQUIOS



EPISTOBRANQUIOS



PULMONADOS



7

Fuente: elaboración propia.

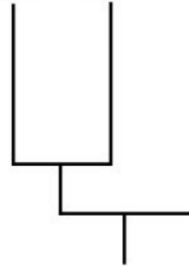
Anexo 10: Actividad No. 8. “Los gasterópodos a través de cladogramas”.



Cladogramas y gasterópodos

Descripción de la actividad: en un primer momento se encontrará un cladograma en blanco que representará el surgimiento de los gasterópodos hasta los gasterópodos marinos. Por otro lado, se encontrarán descripciones de nodos y clados. A partir de esto entre todos se construirá el cladograma ubicando las raíces, nodos y clados. Así mismo se ubicará en qué momento en tiempo cronológico estaba ocurriendo este cambio.

En un segundo momento, los estudiantes tomarán un clado y narrarán las características con las que cuenta ese tipo de organismos. Allí interpretarán los cladogramas y describirán cómo fue el surgimiento y los eventos de diversificación del grupo de organismo que escogieron.



Surgimiento de la torsión

Surgimiento del enrollamiento

perdida de la concha en los nudibranchios

Aparición del opérculo

Ubicación de la branquia en un solo lado



Fuente: elaboración propia.

Anexo 11: Actividad No. 9. “Crea tu propio Horrocrux gastropoda”.

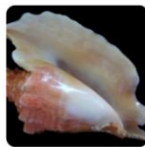


Crea tu propio Horrocrux gastropoda

Descripción de la actividad: en un primer momento, el estudiante debe elegir un caracol o babosa marina con el fin de imaginarse y proponer una nueva estructura que cumpla alguna función sea de soporte, protección, defensa, locomoción y pérdida de agua.

El estudiante debe crear una historia en torno a cómo surgió esta estructura, cuál es su posible ecosistema, cómo es su formación, su alimentación y otras características que le quiera agregar a su Horrocrux.

CARACOLES MARINOS



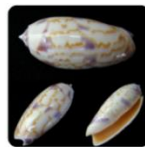
Caracol pala
Lobatus gigas



Caracol Violeta
Janthina janthina



Caracol cono
Familia Conidae



Caracol oliva
Familia Olividae



Caracol porcelana
Familia Cypraeidae



Dragón azul
Glaucus atlanticus



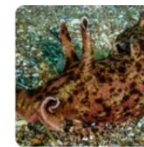
Lapas verdaderas
Patellidae sp.



Caracol murex
Familia Muricidae



Caracoles Neritas
Familia Neritidae



Liebre de mar
Familia Aplysiidae



Fuente: elaboración propia.

Anexo 12: Actividad No. 10. “Entre los ambientes marinos y costeros”.



Entre los ambientes marinos y costeros...

Descripción de la actividad: se encontrará una infografía de los ambientes marinos costeros donde habitan algunos caracoles, por lo anterior, los estudiantes deben seleccionar y ubicar los organismos en los ambientes correspondientes en torno a sus características.

CARACOLES MARINOS



Caracol pala
Lobatus gigas



Caracol Violeta
Janthina janthina



Caracoles litorinas
Littorina sp.



Babosa verde de mar
Elysia chlorotica



Bailarinas de mar
Nudibranchia sp.



Dragón azul
Glaucus atlanticus



Lapas verdaderas
Patelidae sp.



Caracol murex
Familia Muricidae



Caracoles Neritas
Familia Neritidae



Caracol Tubante
Familia Turbindae



10

Fuente: elaboración propia.

Anexo 13: Actividad No. 11. “Colores y camuflaje”.



Colores y camuflaje

Descripción de la actividad: los estudiantes deben reconocer las diferentes posibilidades de los cambios de colores que tiene una población respecto a una condición que se encuentra en el ambiente.

Caso

Una población de caracoles porcelanas cuenta con diferentes variaciones, una cuenta en sus conchas colores claros con puntos cafés, color claro con manchas negras, color oscuro con manchas blancas o colores oscuros con puntos cafés.



Por contaminación en las aguas, estos toman una tonalidad más oscura, por lo anterior, ¿cuáles son las poblaciones que podrían sobrevivir y que características tomaría la nueva generación. Representelo en un dibujo



Fuente: elaboración propia.

Anexo 14: Actividad No. 12. “El tablero SEO”.



¡Vamos a la clase gasterópoda!
Historias a través de la adaptación.



El tablero SEO

Descripción de la actividad: se construirá un tablero que cuente con diferentes colores, los colores blancos son las zonas favorables y los colores negros son desfavorables, verde son zonas con condiciones.

Los estudiantes deben lanzar las conchas si caen las zonas desfavorables pierden y si caen en las zonas de colores deben responder una pregunta en torno a la condición, si acierta se mantiene, sino se extingue.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 15: Actividad No. 13. "Fosilizando ando".



Fosilizando ando...

Descripción de la actividad: se creará los fósiles de los gasterópodos marinos. Cada estudiante explicará de que grupo pertenece el fósil, que características tiene y donde fue encontrado. Para ello se utilizará la plastilina para plasmar la imagen, allí se explicará que es el molde y vaciado en el registro fósil.



Fuente: elaboración propia.


Anexo 16: Actividad No. 14. “A través de los relatos...”.



A través de los relatos...

Descripción de la actividad: La actividad consiste en que los estudiantes van a elegir un organismo y debe relatar a través de una historieta el posible proceso de adaptación del organismo.

La ficha contendrá la información del organismo. Desde su origen características respecto a su medio, donde hábitat con la finalidad que pueda crear y relatarla. Al final cada una de estas historias serán leídas y guardas para compartirlas en otros espacios.

Ficha No. 1	
Nombre común: Murex o caracol roca	Nombre Científico Familia Muricidae
Posición taxonómica Reino: Animalia Phylum: Mollusca Clase: Gastropoda Orden: Sorbeoconcha Familia: Muricidae	Imagen: 
Distribución: Se encuentran en zonas tropicales hasta la zonas templadas.	Zonación: Son comunes en zonas intermareales y submareales, especialmente en áreas rocosas y arrecifes de coral.

Posible origen:	El caracol aparece en registros fósiles datados entre los periodos Plioceno y Cuaternario (hace entre 3,6 y 0,012 millones de años). Se han encontrado conchas fosilizadas en Marruecos, Italia y España.
Plan de organización de la concha:	Gran parte de las especies de esta familia realiza perforaciones en las conchas de sus presas, a través de la cual obtienen su alimento. Estos organismos cuentan con crestas protuberantes
Condiciones del ambiente:	Habita en condiciones de temperaturas entre 23° C a 28°C, en zonas fóticas, cuenta con poca locomoción, cazan en colectivo, pueden habitar en lugares de gran oleaje y corriente



Fuente: elaboración propia.

Anexo 17: Actividad No. 15. “Elige la travesía”.



Elige la travesía...

Descripción de la actividad: Los estudiantes cuentan con 5 organismos, para ello, se encuentran diferentes descripciones que narran algunos procesos adaptativos de los gasterópodos marinos. Por lo anterior, cada estudiante debe darle sentido a una historia, decidiendo cuales son los diferentes momentos y por último explicar la historia del final del organismo.

Esta actividad parte de reconocer que los procesos adaptativos no tiene sentido, por lo cual, cuenta con descripciones con base a los elementos teóricos y técnicos para realizar la historia de los organismos a través de las descripciones.

<p style="text-align: center;">1</p> <p>Un malacólogo encontró en un yacimiento de fósiles en Villa de Leyva un fósil de un gasterópodo que proviene del Mesozoico, este fósil es:</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p>Cónica, no nacarada y no presenta opérculo</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p>Espiralizada cuenta con conchas nacaradas.</p> <p style="text-align: center;">4</p> <p>Espiralizada, porcelánica y un opérculo Excéntrico</p>	<p style="text-align: center;">5</p> <p>Se piensa que proviene de un ambiente intermareal.</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p>Se piensa que proviene de un ambiente rocoso.</p> <p style="text-align: center;">7</p> <p>Se piensa que proviene de ambientes de arrecife de coral.</p> <p style="text-align: center;">8</p> <p>Se piensa que proviene de ambientes de pastos marinos y arenosos</p> <p style="text-align: center;">9</p> <p>Se piensa que proviene de un ambiente abisal</p>	<p style="text-align: center;">10</p> <p>Este tiene unas crestas protuberantes</p> <p style="text-align: center;">11</p> <p>Este tiene una concha lisa</p> <p style="text-align: center;">12</p> <p>Este tiene una abertura muy pequeña</p> <p style="text-align: center;">13</p> <p>Este tiene un concha robusta y ancha en la abertura</p> <p style="text-align: center;">14</p> <p>Este tiene una concha en forma de sombrero</p> <p style="text-align: center;">15</p> <p>Este tiene una concha muy alargada</p>	
---	---	---	--	--

Ficha No.1



Fuente: elaboración propia.