

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA**

Departamento de Física



Propuesta de secuencia didáctica, basada en modelización, para la enseñanza del Sub modelo de Material Geológico en la unidad de ciencias de la Tierra en séptimo básico.

Leonel Alberto Henríquez Cerón

Cyntia Macarena Huerta Ulloa

Esteban Felipe Olivares Leiva

**Tesis para optar al Grado de Licenciado
en Educación de Física y Matemática.**

Santiago – Chile

2016

Profesores Guía:

Nicolás Andrés Garrido Sánchez

Macarena Belén Soto Alvarado

A-277895

© Leonel Alberto Henríquez Cerón, 2016.

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

**PROPUESTA DE SECUENCIA DIDÁCTICA, BASADA EN MODELIZACIÓN,
PARA LA ENSEÑANZA DEL SUB MODELO DE MATERIAL GEOLÓGICO EN
LA UNIDAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA EN SÉPTIMO BÁSICO.**

LEONEL ALBERTO HENRÍQUEZ CERÓN

CYNTIA MACARENA HUERTA ULLOA

ESTEBAN FELIPE OLIVARES LEIVA

Este trabajo de Graduación fue elaborado bajo la supervisión de los profesores guías Macarena Soto y Nicolás Garrido del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la Comisión calificadora, Sra. Leonor Huerta Cancino y Sr. Paolo Núñez Carreño.

Leonor Huerta Cancino
Comisión calificadora

Paolo Núñez Carreño
Comisión calificadora

Macarena Soto Alvarado
Profesor guía

Nicolás Garrido Sánchez
Profesor guía

Enrique Cerda Villablanca
Director

RESUMEN

Este Seminario de Grado, tiene como objetivo diseñar una secuencia didáctica, basada en modelización, para los contenidos de la unidad de ciencias de la Tierra, en Séptimo básico. El diseño pretende complementar el currículo nacional, ampliando la mirada que poseemos sobre esta área, a través de una metodología que permite la construcción de un modelo conceptual, desarrollando el Modelo Geológico propuesto por Márquez (2012), quien plantea tres sub modelos paralelos entre sí, los que constituyen las bases para una enseñanza de la geología íntegra y completa. De estos sub modelos, abordaremos exclusivamente el de Material Geológico, acercando las prácticas científicas a los/as estudiantes, y mediante este trabajo, crear instancias que generen en el alumnado un mayor interés por las ciencias y un clima de aula donde propongan construir su propio conocimiento.

Palabras Claves: Geología. Ciencias de la Tierra. Rocas. Tiempo geológico. Modelización. Secuencia didáctica. Currículo.

ABSTRACT

The purpose of this thesis work is to design a didactic sequence, based on modeling, for the contents of the Earth Sciences unit, for the Seventh grade of primary school. The design of this material intends to complement the national curriculum, expanding the perspective that we have on this area, through a methodology that allows the construction of a conceptual model, by means of developing the Geological Model by Márquez (2012), who proposes three mutually parallel sub models, which constitute the basis for an integral and complete teaching of geology. In this study we will exclusively concentrate on the Geological Material from these sub models, making students to become closer to the scientific practices. Thus, through this proposal, create instances that generate in the students a greater interest in sciences and a classroom atmosphere where they are available to build their own knowledge.

Keywords: Geology. Earth sciences. Rocks. Geological time. Modeling. Didactic sequence. Curriculum.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que han contribuido, de una forma u otra, a mi formación como docente a lo largo de la carrera, aquellos profesores que aman la pedagogía y ponen su corazón en la formación de los futuros docentes, con la esperanza de que nosotros cumpliremos nuestra parte para un mejor futuro. Agradezco a mis compañeros y todos los momentos que compartimos, las risas, las discusiones, el estudio, el compañerismo y aquellas reflexiones grupales con las cuales pretendíamos arreglar el mundo y poníamos en tela de juicio el accionar de los profesores en nuestra sociedad. Agradezco a mis compañeros Cyntia y Esteban, por todo su esfuerzo, dedicación y paciencia en el desarrollo de este Seminario de Grado. Agradezco el apoyo incondicional de mi familia y la formación en valores que me brindaron, ya que, sin ellos no hubiera logrado finalizar mi carrera ni sería apto para aportar a la educación de este país. Gracias a mis padres, Orfilia y Leonel, gracias a mis hermanos, Bernardita, Daniel y Orfilia Carolina y gracias a mi novia Estephanie por todo el amor que me han brindado, por el aliento y ánimo en momentos buenos y difíciles, por ayudarme a superar mis falencias y debilidades, llamarme la atención cuando lo he necesitado, potenciar mis aspectos positivos, enseñarme a que nunca debemos rendirnos y que en esta vida debemos luchar con todas nuestras fuerzas por aquello que soñamos.

Quiero declarar que nuestro país necesita más y mejores docentes, con dedicación, amor y pasión por lo que hacen, para que puedan fortalecer e inspirar a nuestros jóvenes y la sociedad. Amo lo que hago y deseo ser mejor profesor cada día.

Leonel Alberto Henríquez Cerón

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quisiera agradecer a todas aquellas personas que fueron parte de mis 5 años de carrera universitaria, profesores/as, compañeros/as y amigos/as, quienes de una u otra forma hicieron de mi estadía en la universidad un grato pasar y un maravilloso recuerdo. Quiero agradecer muy particularmente a nuestros profesores guías, Macarena Soto y Nicolás Garrido, por haber aceptado trabajar y guiar nuestro Seminario desde un comienzo, y a nuestros profesores correctores Leonor Huerta y Paolo Núñez, por haber revisado cada etapa y haber atendido hasta nuestras más mínimas inquietudes. Quisiera agradecer también, de manera muy especial, a la profesora Magalí Reyes, por su compromiso con la carrera, y en particular con mi desempeño como su ayudante, donde siempre me respaldó y procuró que cumpliera mis deberes académicos antes que la revisión misma de informes, además de haber formado parte de los expertos que validaron nuestra propuesta. A la profesora Daniela Medina, quien en un comienzo formó parte también del comité de profesores evaluadores, para finalmente aportarnos con sus observaciones en la validación de la propuesta.

Amigos. Esteban, Leo, Migue, Feña y Seba: gracias infinitas por estos bellos años de amistad, apoyo e incondicionalidad, sin duda la mejor parte de mi paso por la U han sido ustedes. Agradezco todos aquellos momentos que hemos compartido junto al “pequeño y gran” tiempo que en más de algún momento me han dedicado. Gracias por aceptarme tal y como soy, con virtudes y defectos, con risas y mañas, simplemente gracias por ser hoy parte importante de mi vida.

He conocido grandes personas en estos últimos años y considero que todos han aportado con un granito a mi vida tanto en el ámbito académico como en el personal. Entre ellos quisiera agradecer también de manera sincera y especial a Fernando (mi súper ahijado), Gabito (eterno amigo), a Matías, a mis compañeros de generación y tantos de otras generaciones por su atención, compañerismo, ánimo y calidez de siempre.

Finalmente, agradezco a mi familia por ser un pilar fundamental en mi vida, por esperarme siempre pacientemente y con amor, por siempre creer en mí y hacerme saber lo orgullosos que están. Agradezco a mis papás Ingrid y Jaime por haberme entregado valores que hoy puedo transmitir a través de la enseñanza y por dejarme alcanzar de a poco mis sueños, a mis hermanas Karol y Yenny por darle a mi vida otro sentido, porque la vida con hermanas es mucho mejor, a mis tatas, mis tíos y primos que con sus llamados siempre me mantienen cerca de ellos. Agradezco también a Francisco por haberme acompañado desde el comienzo y por seguir, aún hoy, cada uno de mis pasos, gracias a los tíos y a Fer por su cariño fiel de todos estos años.

Me considero una mujer afortunada, tengo la dicha de culminar una etapa de mi vida rodeada de personas maravillosas, llena de aprendizajes, nuevas metas y desafíos por cumplir, y con muchas ganas de enseñar y transformar para bien la vida de mis estudiantes. Tal vez parezcan utópicas e idealizadas mis expectativas del futuro, pero la vida te sorprende, las personas son capaces de sacar lo mejor de ti y eso es motivo suficiente para esforzarme cada día por ser mi mejor versión.

Cyntia Macarena Huerta Ulloa

AGRADECIMIENTOS

Al llegar al final de este proceso lleno de esfuerzo, perseverancia y alegría es necesario agradecer al círculo cercano que siempre me apoyo en continuar.

En primer lugar agradecer a mi familia, tía Paola, tío José y mi primo Luciano, por su apoyo e interés en mi trabajo.

En segundo lugar agradecer a mis amigos y compañeros de seminario Leonel y Cyntia, en especial a Cyntia por su constancia y dedicación en trabajar; además agradecer a mis amigos que pese a no ser parte formal del proceso, estuvieron presente opinando y animando Fernando, Miguel y Sebastián.

En tercer lugar agradecer a Macarena Soto y Nicolás Garrido nuestros profesores guías, por las orientaciones, consejos y tiempo dedicado en el trabajo en conjunto.

Finalmente agradecer a los profesores correctores Paolo Núñez y Leonor Huerta por las sugerencias y modificaciones que permitieron la presentación de un seminario completo.

Esteban Felipe Olivares Leiva

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO DE ANTECEDENTES	3
1.1 Antecedentes generales.....	3
1.2 Currículo nacional vigente	4
1.2.1 Ciencias de la Tierra en el Marco Curricular vigente	6
1.2.2 Comparativa con el currículo español	7
1.3 Estándares orientadores para las carreras de pedagogía	9
1.4 Justificación de la propuesta.....	12
1.5 Objetivos de la propuesta didáctica	14
1.5.1. Objetivo General	14
1.5.2. Objetivos Específicos	14
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Geología como ciencia	15
2.2 Los inicios de la geología, hechos históricos.....	16
2.2.1 Evolución del conocimiento geológico.....	19
2.2.2 El uso de la didáctica en geología y los pilares para la creación de una propuesta didáctica ...	20
2.3 Principales cambios en las tendencias de la geología	21
2.3.1 Ideas previas que poseen los/as estudiantes sobre ciencias de la Tierra	23
2.3.2 Dificultades en el aprendizaje sobre ciencias de la Tierra, en estudiantes de educación secundaria	24
2.3.3 Recursos en el texto del estudiante	25
2.4 Modelo Geológico	30
2.4.1 Tiempo Geológico.....	33
2.4.2 Sub modelo Material Geológico.....	35
2.4.3 Dinámica externa e interna de la Tierra (Sub modelo de Cambio Geológico)	40
2.4.4 Evolución de la Tierra, los materiales y la energía (Sub modelo Tectónica de Placas).....	40
2.5 Ideas claves del Sub modelo de Material Geológico.....	42
2.6 Prácticas científicas	43
2.6.1 Modelización	44
III. DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	48
3.1 Descripción de la propuesta	48
3.1.1 Guía primera clase “Lo que nos cuentan las rocas”	48

3.1.2 Guía segunda clase “ <i>Jugando a ser geólogos</i> ”	51
3.1.3 Guía tercera clase “ <i>¿Cuántos años tiene la Tierra?</i> ”	53
3.2 Diseño encuesta de validación	57
IV. RESULTADOS	59
4.1 Validación por expertos	59
4.2 Refinación	68
4.2.1 Cambios de la propuesta	59
4.2.2 Justificación del instrumento de evaluación.....	79
CONCLUSIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
APÉNDICE	87
GUÍA 1: “ <i>Lo que nos cuentan las rocas</i> ”	88
GUÍA 2: “ <i>Jugando a ser geólogos</i> ”	94
GUÍA 3: <i>¿Cuántos años tiene la Tierra?</i>	101
GUÍA 1 (PARA EL DOCENTE): “ <i>Lo que nos cuentan las rocas</i> ”	108
GUÍA 2 (PARA EL DOCENTE): “ <i>Jugando a ser geólogos</i> ”	111
GUÍA 3 (PARA EL DOCENTE): <i>¿Cuántos años tiene la Tierra?</i>	115
GLOSARIO (Secuencia Didáctica)	118
ANÁLISIS CRÍTICO DE UNA NOTICIA	120
ENCUESTA DE VALIDACIÓN	125
DATOS EXPERTOS VALIDADORES	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas capítulo 1

Tabla 1.1: Ciclos escolaridad en Chile a partir del año 2017 (LGE, 2009)	5
Tabla 1.2: Unidades por nivel según Programas de Estudio (MINEDUC; 2009, 2011, 2016b)	6
Tabla 1.3: OA Programa de Estudio Ciencias Naturales Séptimo básico (MINEDUC, 2016)	7
Tabla 1.4: Comparación de currículos respecto a la enseñanza de las ciencias de la Tierra	9
Tabla 1.5: Estándar 9, Tierra y Universo (Física). MINEDUC (2012)	11

Tablas capítulo 2

Tabla 2.1: Hechos históricos en geología (Tarbuck y Lutgens, 2005)	19
Tabla 2.2: Lecciones unidad 4 en Texto del estudiante. Ciencias naturales Séptimo básico	25
Tabla 2.3: Principales aportes de Pedrinaci en “La enseñanza y el aprendizaje de la geología” (2001), desarrollados en el apartado 2.3.	31
Tabla 2.4: Dificultades del Tiempo Geológico (Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos, 1996)	35
Tabla 2.5 (a): Características rocas ígneas	38
Tabla 2.5 (b): Características rocas metamórficas	39
Tabla 2.5 (c): Características rocas sedimentarias.....	39
Tabla 2.6: Prácticas científicas (Osborne, 2014)	44

Tablas capítulo 3

Tabla 3.1: OA 11 e IE según el Texto del docente (Séptimo básico)	48
Tabla 3.2 (a): Plan de trabajo Guía 1	49
Tabla 3.2 (b): Plan de trabajo guía clase 2	52
Tabla 3.2 (c): Plan de trabajo guía clase 3	54
Tabla 3.3 (a): Afirmaciones Encuesta de validación. Ítem Diseño	58
Tabla 3.3 (b): Afirmaciones Encuesta de validación. Ítem Metodología.....	58

Tablas capítulo 4

Tabla 4.1: Observaciones realizadas por validadores expertos (Guía 1).....	61
Tabla 4.2: Observaciones realizadas por validadores expertos (Guía 2).....	64
Tabla 4.3: Observaciones realizadas por validadores expertos (Guía 3).....	67

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustraciones capítulo 1

Ilustración 1.1: Actualizaciones del Marco Curricular (Bases Curriculares, MINEDUC. 2012b, 2013).....5

Ilustraciones capítulo 2

Ilustración 2.1: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 15126

Ilustración 2.2: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 170.27

Ilustración 2.3: Texto del estudiante Ciencias naturales, Séptimo básico, pág. 170 y 171.....28

Ilustración 2.4: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 172.28

Ilustración 2.5: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 173.29

Ilustración 2.6: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 173.29

Ilustración 2.7: Modelo Geológico: “Interacción entre sistemas” (Márquez, 2012)32

Ilustración 2.8: Clasificación de los modelos (Chamizo, 2010)45

Ilustraciones capítulo 3

Ilustración 3.1: Guía 1, necesidad del modelo50

Ilustración 3.2 : Guía 1, revisar el modelo50

Ilustración 3.3: Guía 2, expresar el modelo52

Ilustración 3.4: Guía 2, aplicar el modelo53

Ilustración 3.5: Guía 3, aplicar el modelo55

Ilustración 3.6: Guía 3 revisar el modelo55

Ilustración 3.7: Resumen diseño secuencia didáctica56

Ilustraciones capítulo 4

Ilustración 4.1: Gráfico resultados validación Ítem diseño en Guía 1 (Elaboración propia)60

Ilustración 4.2: Gráfico resultados Ítem metodología en Guía 1 (Elaboración propia)60

Ilustración 4.3: Gráfico resumen de resultados validación Guía 1 (Elaboración propia)62

Ilustración 4.4: Gráfico resultados validación Ítem diseño en Guía 2 (Elaboración propia)62

Ilustración 4.5: Gráfico resultados Ítem metodología en Guía 2 (Elaboración propia)63

Ilustración 4.6: Gráfico resumen de resultados validación Guía 2 (Elaboración propia)65

Ilustración 4.7: Gráfico resultados validación Ítem diseño en Guía 3 (Elaboración propia)65

Ilustración 4.8: Gráfico resultados Ítem metodología en Guía 3 (Elaboración propia)66

Ilustración 4.9: Gráfico resumen de resultados validación Guía 3 (Elaboración propia)67

Ilustración 4.10: Gráfico resumen resultados validación Secuencia didáctica68

Ilustración 4.11 (a): Guía estudiante antes de cambio respecto a objetivos69

Ilustración 4.11 (b): Guía estudiante después de cambio respecto a objetivos69

Ilustración 4.12 (a): Guía estudiante antes de cambio respecto a espacio (Guía 1)70

Ilustración 4.12 (b): Guía estudiante después de cambio respecto a espacio (Guía 1).....70

Ilustración 4.13 (a): Guía estudiante antes de cambio respecto a imágenes (Guía 2)71

Ilustración 4.13 (b): Guía estudiante después de cambio respecto a imágenes (Guía 2).....71

Ilustración 4.14 (a): Guía estudiante antes de cambio expresar el modelo (Guía 2)	72
Ilustración 4.14 (b): Guía estudiante después de cambio expresar el modelo (Guía 2)	72
Ilustración 4.15 (a): Guía estudiante después de cambio aplicar el modelo (Guía 2)	73
Ilustración 4.15 (b): Guía estudiante después de cambio aplicar el modelo (Guía 2)	73
Ilustración 4.16 (a): Guía estudiante antes de cambio aplicar el modelo (Guía 2).....	74
Ilustración 4.16 (b): Guía estudiante antes de cambio aplicar el modelo (Guía 2)	74
Ilustración 4.17 (a): Guía docente antes de cambio respecto a tiempo (Guía 3)	75
Ilustración 4.17 (b): Guía docente después de cambio respecto a tiempo (Guía 3)	75
Ilustración 4.18 (a): Guía docente después de cambio respecto a tiempo (Guía 3)	76
Ilustración 4.18 (b): Guía docente después de cambio respecto a tiempo (Guía 3)	76
Ilustración 4.19: Guía docente después de agregar Glosario (revisar apéndice)	77
Ilustración 4.20: Guía docente después de agregar instrumento de evaluación	78

INTRODUCCIÓN

Grandes erupciones volcánicas, magnos terremotos, fuertes marejadas, inundaciones y sequías, son acontecimientos motivo de encabezados en la prensa, porque afectan a muchas personas. Aun cuando no podemos prevenir la mayoría de estos fenómenos naturales, cuanto más sabemos de ellos, más capaces somos de enfrentar, y posiblemente de controlar, la severidad de sus efectos. Recientes y diversos fenómenos naturales (como desbordes, incendios y fuertes sismos en nuestro país), han obligado al mundo a mirar más de cerca nuestro planeta y el delicado equilibrio que existe entre sus variados sistemas.

La creciente complejidad y la orientación tecnológica de la sociedad nos obligarán como ciudadanos, a entender mejor la ciencia para que podamos tomar decisiones correctas respecto a la elección de aquellas cosas que afectan nuestras vidas. Podemos pensar, que gran parte de la sociedad es “inconsciente” del grado en que la geología influye en su vida, he aquí la importancia en que ésta logre llegar a la mayor población posible y qué mejor que a través de la educación.

El reconocimiento de que la geografía de la Tierra ha cambiado continuamente a través del tiempo, dio lugar a una revolución en las ciencias geológicas, la cual obligó a los geólogos a modificar en gran medida la forma en que ven nuestro planeta. Aunque mucha gente tiene apenas una vaga idea de lo que es la teoría de la tectónica de placas, el fenómeno al que ésta se refiere tiene profundo efecto en la totalidad de nuestra vida. Nos percatamos ahora de que la mayoría de los sismos y erupciones volcánicas ocurren cerca de los márgenes de las placas y no son simplemente sucesos casuales. Más aún, la formación y distribución de muchos recursos naturales importantes, como los minerales metálicos, se relacionan con los límites de placas, por ello los geólogos consideran en sus trabajos de exploración, dicha teoría.

La interacción de las placas determina la ubicación de los continentes, las cuencas oceánicas y los sistemas montañosos, posición que a su vez afecta los patrones de circulación atmosférica y oceánica, las cuales finalmente determinan los climas globales. Más aún, los movimientos de las placas han influido profundamente en la distribución geográfica, evolución y extinción de seres vivos. ¿Cómo sabemos esto?, gracias a la información que nos aporta el campo de la geología y su estudio de las rocas.

En este Seminario de Grado, se busca diseñar material didáctico, que se transforme en un aporte para los docentes, con el que puedan contribuir a la enseñanza, de una de las áreas de la geología, de modo más consciente e íntegra, para que los/as estudiantes se formen de manera completa y sean ciudadanos competentes y alfabetizados científicamente el día de mañana.

Si bien, existen contenidos relacionados con las ciencias de la Tierra en el currículo chileno, éstos no abarcan la totalidad de los niveles de educación y dejan fuera determinados conceptos que involucra la enseñanza de la geología. Es por esto, que la propuesta diseñada, utiliza como base el modelo de geología explicitado por Márquez (2012), quien categoriza y define tres sub modelos, correspondientes a Cambio Geológico, Material Geológico y Tectónica de placas, siendo éste último un modelo de gran énfasis en nuestro país.

En el primer capítulo, se exponen los principales antecedentes respecto al currículo chileno, las normativas que lo rigen, los planes y programas que lo sustentan, enfatizando aquellos contenidos que se pretenden potenciar y desarrollar con este Seminario de Grado. Se da a conocer el contraste que hay entre la enseñanza de las ciencias de la Tierra en nuestro país y en España y cómo por medio de prácticas científicas es que justificamos el desarrollo de nuestra propuesta.

El capítulo dos, corresponde al marco teórico que hay detrás de nuestro modelo base, se desarrolla el Sub modelo de Material Geológico, destacando las ideas claves con las cuales diseñaremos nuestro material. También se define el término de prácticas científicas, enfatizando la modelización que corresponde a nuestro principal enfoque didáctico.

Luego, en el capítulo tres, se detalla la propuesta didáctica, donde se da a conocer la confección y justificación del material desarrollado, indicando las rúbricas de validación, evaluación, guías para el/la estudiante y para el/la docente. En este apartado, también se presentan breves esquemas que indican el orden y los factores que se abordarán en las actividades de cada clase.

El capítulo cuatro, tiene la finalidad de expresar el resumen e interpretación de los resultados obtenidos, por medio de validadores expertos, sobre el diseño de nuestra propuesta. Dichos resultados servirán de guía para refinar y mejorar la propuesta, expresando así su versión final.

Finalmente, el capítulo cinco, presenta las conclusiones obtenidas de este Seminario de Grado.

I. MARCO DE ANTECEDENTES

1.1 Antecedentes generales

La Tierra que hoy día conocemos, hace millones de años atrás era muy distinta y aunque no estamos conscientes de los procesos internos y externos que en ella ocurren, sabemos que nuestro planeta ha pasado por grandes cambios. Dentro de estos cambios, podemos mencionar por ejemplo, el tamaño y la distribución geográfica de los continentes y cuencas oceánicas, cambios en su atmósfera e incluso en su flora y fauna (Wicander y Monroe, 2000). En base a estas evidencias surge el interés por comprender y dar explicaciones a estos fenómenos, lo que impulsa el desarrollo de la geología como disciplina. Después de que Kuhn publicase “La estructura de las revoluciones científicas” en 1962, *la geología experimentó una transformación revolucionaria: había nacido la teoría de la tectónica de placas. Como consecuencia de tan innovadoras ideas, la Tierra comenzó a ser observada con otros ojos.* (Pedrinaci, 2003). Debido a este surgimiento, muchos de los conceptos de la geología clásica (que nace en 1669 gracias a Nicolás Steno) tuvieron que revisarse, por lo que fue necesario reescribir los manuales de la geología y varios de ellos quedaron en el olvido. Si bien, muchos son los cambios que ha experimentado esta ciencia en el último tiempo, ninguno ha sido tan importante como esta teoría (Pedrinaci, 2003).

Este cambio de paradigma, en conjunto con la evolución que comenzó a experimentar el campo de la Didáctica de las Ciencias, ha permitido en las últimas décadas, identificar algunas de las principales dificultades de los/as estudiantes en torno al aprendizaje de la geología y por ende se ha profundizado el interés por la elaboración de material didáctico que permita abordarlas (Pedrinaci, 2003).

En base a lo anterior, existen variadas investigaciones que apuntan a que la enseñanza de las ciencias de la Tierra tendría que ser un eje transversal en los currículos de los países, sobre todo en aquellos que se ven involucrados en fenómenos a gran escala como: erupciones volcánicas, terremotos, derrumbes, marejadas, inundaciones y sequías (Wicander y Monroe, 2000), ya que ese conocimiento cultural puede contribuir en educar a los ciudadanos para la prevención de riesgos y el control de sus efectos.

En el caso de Chile, es esencial la formación en esta área considerando su ubicación geográfica, ya que nuestro país se encuentra en la placa Sudamericana sobre el límite que converge con las placas de Nazca y Antártica, que a su vez la subducen. Esta subducción genera de manera constante movimientos sísmicos; que incluso hemos experimentado en los últimos años con los grandes eventos ocurridos en los años 1985 (San Antonio), 1995

(Antofagasta), 2010 (Cobquecura), 2014 (Coquimbo) y 2016 (Quellón) de magnitudes **8.0**, **8.0**, **8.8**, **8.2** y **7.6** respectivamente, según el Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile. Es importante recordar también, que Chile fue centro de uno de los mayores eventos sísmicos registrados a nivel mundial, ocurrido en la ciudad de Valdivia en el año 1960, el cual en la escala de Richter alcanzó una magnitud de **9.5** (Centro Sismológico Nacional). Todos estos eventos señalados han tenido consecuencias significativas en diferentes ámbitos como, en la economía nacional; humanos: muerte y desaparición de personas; urbanos: destrucción de construcciones e interrupción de servicios básicos; emocionales: pánico en la población; colapso de sistemas de comunicaciones, e incluso cambios en la geografía del país (Castro y García, 2013).

Estos hechos, nos hacen reflexionar sobre la importancia de que nuestros/as estudiantes estén alfabetizados científicamente, es decir, que tengan la capacidad de utilizar el conocimiento científico con el fin de comprender ciertos fenómenos, sacar conclusiones y tomar decisiones acerca del mundo natural (MINEDUC, 2009), por lo tanto, ser ciudadanos conscientes, informados y en este caso preventivos.

Esta visión es coherente con la Alfabetización científica en Ciencias de la Tierra planteada en el proyecto The Earth Science Literacy Initiative (ESLI), propuesta por The National Science Foundation, quienes indican que es necesario comprender la influencia que tiene la Tierra sobre nosotros y a su vez la influencia que tenemos nosotros sobre ella, ya que el planeta es nuestro hogar y comprender esta interacción puede ser vital para nuestra supervivencia¹.

En base a estos antecedentes generales, los cuales son base para la justificación del desarrollo de este Seminario de Grado, daremos a conocer aspectos más específicos con respecto al currículo chileno y cómo está presente en él, la formación en ciencias de la Tierra.

1.2 Currículo nacional vigente

En la actualidad, a nivel nacional, el currículo vigente se encuentra regulado por la Ley General de Educación, de siglas LGE (Ley N° 20.370), que rige desde el 17 de agosto del año 2009, derogando la Ley Orgánica Constitucional de Educación (LOCE), correspondiente a la ley N° 18.962 vigente desde el año 1990.

Con la promulgación de la nueva ley (LGE), se estableció que a partir del año 2017 la escolaridad quedará dividida en dos ciclos de igual cantidad de años:

¹ Principio de Alfabetización en Ciencias de la Tierra www.earthscienceliteracy.org

PRIMER CICLO	SEGUNDO CICLO
1º básico a 6º básico	7º básico a 4º medio

Tabla 1.1: Ciclos escolaridad en Chile a partir del año 2017 (LGE, 2009)

Los contenidos se encuentran establecidos por el Marco Curricular, donde el último ajuste se realizó en el año 2009. A continuación se puede apreciar un resumen de los ajustes y la publicación de las Bases Curriculares correspondientes a enseñanza básica y media.



Elaboración propia

Ilustración 1.1: Actualizaciones del Marco Curricular (Bases Curriculares, MINEDUC. 2012b, 2013)

Recientemente, durante el año 2016, se realizaron nuevas actualizaciones de las BC para Séptimo básico (mes de julio) y Primero medio (mes de noviembre).

Actualmente, las BC definen los objetivos generales de la educación media, descritos en la LGE (Art. N°30). Estos objetivos plantean que los educandos desarrollen las habilidades, conocimientos y actitudes que les permitan desenvolverse en ámbitos tanto personales y sociales, como en ámbitos de conocimiento y cultura.

Las BC también definen los Objetivos de Aprendizaje (OA) y los Objetivos de Aprendizajes Transversales (OAT) que reemplazan a los contenidos mínimos obligatorios (CMO) y los objetivos fundamentales transversales (OFT) del Marco Curricular. Esta nueva reorganización plantea que los contenidos, respecto a las ciencias naturales, quedan divididos en tres ejes temáticos: Física, Química y Biología.

A estos tres nuevos ejes se les agrega que, para cada nivel están definidas las habilidades de pensamiento científico que deben desarrollar los/as estudiantes, independiente del eje temático que se esté enseñando.

1.2.1 Ciencias de la Tierra en el Marco Curricular vigente

Como se planteó anteriormente, las Bases Curriculares vigentes describen tres ejes temáticos para Ciencias Naturales: Biología, Física y Química.

Si observamos, desde el punto de vista de la Física, el Programa de Estudio de cada nivel en la enseñanza media (donde Séptimo y Octavo básico corresponden a este segundo ciclo a partir del presente año 2017), podemos resumir las unidades de cada nivel en la siguiente tabla:

	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3	UNIDAD 4
7°Básico (Vigente desde julio 2016)	Comportamiento de la materia y su transformación	Fuerza y ciencias de la Tierra	Microorganismos y barreras defensivas del cuerpo humano	Sexualidad y autocuidado
8°Básico(Vigente desde julio 2016)	Nutrición y salud	Célula	Electricidad y calor	Estudio y organización de la materia
1°Medio (Vigente desde 2017)	Ondas y sonido	Luz y óptica geométrica	Percepción sonora y visual y ondas sísmicas	Estructuras cósmicas
2°Medio(Vigente e hasta 2017)	Fuerza y movimiento	Trabajo y energía	Temperatura y calor	Visión del Sistema Solar
3°Medio(Vigente e hasta 2018)	Movimiento circular uniforme	Conservación momento angular	Mecánica de fluidos	Fenómenos ambientales
4°Medio(Vigente e hasta 2019)	Fuerza eléctrica y cargas eléctricas	Magnetismo y corriente eléctrica	Núcleo atómico	Origen y evolución del Universo

Tabla 1.2: Unidades por nivel según Programas de Estudio (MINEDUC; 2009, 2011, 2016b)

Al realizar esta visión global de la física en todos los niveles, podemos evidenciar que los contenidos referidos a ciencias de la Tierra se encuentran “centrados” en Séptimo básico y una pequeña parte en Primero medio, dejando fuera la enseñanza de la geología en los demás niveles. Hasta el año anterior (2016), el Programa de Primero medio dedicaba una unidad completa a la tectónica de placas, sismos y volcanes, hoy podemos ver que la nueva actualización de las BC establece que en Primero medio sólo exista una mirada de estos contenidos desde el estudio de las ondas. Del mismo modo, en Séptimo básico los contenidos que se tratan junto con “fuerza” son, dinámica de la Tierra, tectónica de placas, sismos, volcanes y rocas.

Por tanto, enfocándonos en Séptimo básico, encontramos que la **Unidad 2: Fuerza y ciencias de la Tierra**, tiene directa relación con el propósito de nuestro Seminario de Grado. En este aspecto, el Programa de estudio plantea los siguientes OA relacionados con la disciplina:

<p>OA 07: Planificar y conducir una investigación experimental para proveer evidencias que expliquen los efectos de las fuerzas gravitacional, de roce y elástica, entre otras, en situaciones cotidianas.</p>
<p>OA 08: Explorar y describir cualitativamente la presión, considerando sus efectos en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sólidos, como en herramientas mecánicas. - Líquidos, como en máquinas hidráulicas. - Gases, como en la atmósfera.
<p>OA 09: Explicar, con el modelo de la tectónica de placas, los patrones de distribución de la actividad geológica (volcanes y sismos), los tipos de interacción entre las placas (convergente, divergente y transformante) y su importancia en la teoría de la deriva continental.</p>
<p>OA 10: Explicar, sobre la base de evidencias y por medio de modelos, la actividad volcánica y sus consecuencias en la naturaleza y la sociedad.</p>
<p>OA 11: Crear modelos que expliquen el ciclo de las rocas, la formación y modificación de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, en función de la temperatura, la presión y la erosión.</p>
<p>OA 12: Demostrar, por medio de modelos, que comprenden que el clima en la Tierra, tanto local como global, es dinámico y se produce por la interacción de múltiples variables, como la presión, la temperatura y la humedad atmosférica, la circulación de la atmósfera y del agua, la posición geográfica, la rotación y la traslación de la Tierra.</p>

Tabla 1.3: OA Programa de Estudio Ciencias Naturales Séptimo básico (MINEDUC, 2016)

Dentro de estos OA, es posible identificar que los OA 09, 10, 11 y 12 apuntan a lo que se espera que el/la estudiante aprenda sobre ciencias de la Tierra.

Dicho esto, es posible evidenciar que el currículo chileno en Séptimo básico, destaca fenómenos a gran escala, tectónica de placas y clasificación de rocas, pero carece de la explicación del concepto de tiempo geológico, el cual pretendemos desarrollar en este Seminario.

1.2.2 Comparativa con el currículo español

Observando los Objetivos de Aprendizaje referidos a las ciencias de la Tierra, es evidente que el currículo destaca en gran medida los fenómenos a gran escala, en especial la actividad volcánica y sus consecuencias; pero no especifica elementos de fondo en la Teoría de Tectónica de Placas, ya que utiliza dicha teoría para identificar patrones de distribución de la actividad geológica, y tampoco se evidencia la explicación del proceso geológico de nuestro

planeta a lo largo de la historia. Esto es coherente con la mirada de Alfaro, Alonso-Chaves, Fernández y Gutiérrez-Alonso (2013), quienes plantean que, en la enseñanza de las ciencias de la Tierra, el principal aporte de la Teoría de Tectónica de Placas es que ofrece una visión integradora y sistémica de la Tierra, permitiendo explicar en su mayoría grandes sucesos geológicos. Sin embargo, en su investigación destaca que con alguna que otra excepción, los únicos temas que suelen enseñarse en secundaria son aquellos contenidos que tienen estricta relación con volcanes y sismos, puesto que son una evidencia clara de la actividad interna de nuestro planeta, y además algo que podemos presenciar a gran escala.

Considerado esto, Alfaro et al. (2013) aconseja que las lógicas simplificaciones del fenómeno no impidan que los/as estudiantes alcancen un grado de conocimiento más realista sobre el planeta.

Sobre la misma línea de investigación, Pedrinaci (2003) plantea en primer lugar que, la Tierra debe ser considerada como un sistema el cual se encuentra en constante cambio, sean estos perceptibles o no. En segundo lugar, destaca que en la enseñanza de las ciencias de la Tierra, es importante enseñar la geología de manera completa (donde el concepto de tiempo geológico es clave), para esto es necesario tener en cuenta los cambios ocurridos en las últimas décadas en la enseñanza de las ciencias de la Tierra, como las aportaciones que ha realizado la didáctica en dicho período.

Respecto a lo anterior, es que presentamos la comparación del currículo chileno actual con el currículo español para la enseñanza secundaria, para luego señalar nuestra propuesta.

Currículo español

La educación en España está regulada por la LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa). Los contenidos se establecen de manera general para todo el país, sin embargo, cada gobierno regional adapta los programas curriculares según las características de sus habitantes y la zona, es decir, se preparan los contenidos de manera contextualizada e independiente entre ellos.

En la educación española, el programa de ciencias de la Tierra es compartido con el área de la biología, por lo que las unidades y los objetivos de aprendizaje se dividen en estas dos áreas. Cabe destacar que respecto a la enseñanza de la geología, ésta es tratada en cada nivel de enseñanza aumentando la profundidad con que son estudiados los contenidos (en espiral).

Para evidenciar la comparación, y las principales diferencias que existen, entre el currículo nacional y el español, se presenta la siguiente tabla:

	CURRÍCULO CHILENO	CURRÍCULO ESPAÑOL
CONTEXTO	Los programas de estudio no contextualizan los contenidos según la región a la que pertenecen los/as estudiantes.	Los programas de estudio son adaptados por cada gobierno regional, según las características de los/as estudiantes y la geografía de la zona.
NIVELES	La enseñanza de ciencias de la Tierra en enseñanza media, se imparte en los niveles de Séptimo básico y Primero medio.	La enseñanza de ciencias de la Tierra se imparte en los niveles de 1°, 3° y 4° de ESO y en 1° y 2° de Bachillerato. (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España)
TIEMPO GEOLÓGICO	En Chile, el concepto de tiempo geológico no se encuentra en el currículo.	El concepto de tiempo geológico es parte de los objetivos de aprendizajes durante la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO).

Tabla 1.4: Comparación de currículos respecto a la enseñanza de las ciencias de la Tierra

A simple vista, se puede observar que existe una clara diferencia entre ambos currículos, específicamente en el contexto de los programas, los niveles en los que se imparte y la aparición del concepto de tiempo geológico. Respecto al contexto, destacamos que la diferencia se produce debido a que en España, cada gobierno regional posee su propio “sistema educativo” con evaluaciones específicas para ingresar a las distintas universidades locales, a diferencia de lo que ocurre en Chile, donde en la enseñanza media se prepara a los/as estudiantes para rendir una única prueba estandarizada. De acuerdo a los niveles en los que se imparten estos contenidos, podemos ver que en nuestro país todo se reduce a dos cursos, sin seguir incluso una secuencia en espiral, a diferencia de lo que se puede decir del país europeo, donde vemos que ciencias de la Tierra pertenece al currículo en 5 de los 6 niveles. Finalmente, observamos que el concepto de tiempo geológico (el cual se desarrollará en el siguiente capítulo), no es posible encontrarlo en el currículo nacional siendo de gran importancia en la enseñanza de la geología, mientras que en el currículo español, encontramos este concepto dentro de los objetivos de aprendizaje en cada programa.

Una vez realizada la comparación de ambos currículos, es que surge finalmente nuestra propuesta, la cual justificaremos al término de este capítulo, definiendo además los objetivos que permitirán su realización.

1.3 Estándares orientadores para las carreras de pedagogía

Los estándares orientadores para carreras de pedagogía en Enseñanza Media, fueron una propuesta realizada por el MINEDUC en el año 2010, a través del Centro de Perfeccionamiento, Experimentación e Investigaciones Pedagógicas (CPEIP), que busca orientar a los futuros

docentes por igual, estableciendo un conjunto de guías y pautas para guiarlos en el qué deben saber y hacer, para considerarse un/a profesor/a competente en determinada área, sean estas las áreas de Lenguaje y Comunicación; Matemática; Historia, Geografía y Ciencias Sociales; Biología; Física y Química.

De este modo, se establecieron estándares orientadores, de carácter pedagógico y disciplinar, Definidos a continuación (MINEDUC, 2012a):

- a) Estándares pedagógicos: corresponden a áreas de competencia necesarias para el desarrollo del proceso de enseñanza de manera óptima, sin importar la disciplina que se enseñe, como el conocimiento del currículo, diseño de procesos de aprendizaje y evaluación para el aprendizaje. Incluyendo también en ellos la dimensión moral de su profesión.
- b) Estándares disciplinarios para la enseñanza: en estos estándares se definen las competencias específicas para enseñar cada una de las áreas consideradas, descritas anteriormente. En cada caso, los estándares sugieren qué conocimientos y habilidades deben demostrar los futuros profesores en la disciplina respectiva y cómo ésta se enseña, incluyendo el conocimiento del currículo específico, la comprensión sobre cómo aprenden los/as estudiantes cada disciplina y la capacidad para diseñar, planificar e implementar experiencias de aprendizaje, así como para evaluar y reflexionar acerca de sus logros.

En el área de la física, encontramos los siguientes nueve ejes:

- a) Conocimiento científico y su aprendizaje
- b) Movimiento y fuerza
- c) Ondas: propiedades y fenómenos asociados
- d) Comportamiento de fluidos
- e) Modelos y principios termodinámicos
- f) Campos eléctricos y magnéticos
- g) Principios físicos a nivel atómico y subatómico
- h) Tierra y Universo
- i) Habilidades de pensamiento científico.

Dentro de estos ejes, se encuentran 11 estándares disciplinares cada uno con la descripción de sus indicadores y competencias a desarrollar. Resulta necesario mencionar que el eje “Tierra y Universo” aporta directamente al diseño de nuestra propuesta, el cual posee un único estándar con nueve competencias, de las cuales destacamos aquellas relacionadas explícitamente con el OA 11:

TIERRA Y UNIVERSO	
Estándar 9: Describe y comprende los aspectos principales asociados a la formación y evolución de cuerpos y estructuras cósmicas, así como la <i>estructura y dinámica de la Tierra</i> .	
Lo que se manifiesta cuando:	
1	Utiliza escalas de tiempo y distancia a nivel astronómico, así como los órdenes de magnitud correspondientes, para caracterizar diversos cuerpos y estructuras del universo.
2	Describe los fundamentos de los diferentes modelos del sistema solar que se han sucedido a lo largo de la historia, así como de las teorías actuales respecto de la formación de la Tierra, su atmósfera y sus mares.
3	Relaciona diversos movimientos de la Tierra y de la Luna y sus posiciones relativas respecto al Sol, con fenómenos naturales como día-noche, estaciones del año, fases de la Luna, eclipses, mareas y solsticios, entre otros.
4	<i>Analiza la estructura interna de la Tierra desde diversas perspectivas (origen, características mecánicas, composición química) y relaciona su dinámica con algunas de sus manifestaciones.</i>
5	Describe los procesos sísmicos y de erupción volcánica, junto con sus características y las precauciones y medidas preventivas para la vida de las personas ante su ocurrencia o la posibilidad de ella.
6	Fundamenta las principales evidencias que sustentan la teoría del Big Bang, describe y comprende las principales etapas de la evolución de diferentes tipos de estrellas, y su rol en la formación de elementos químicos y la evolución del universo.
7	Implementa procedimientos para identificar y localizar, a simple vista y por medio de instrumentos ópticos, diversos astros en el cielo nocturno.
8	Describe las principales teorías acerca de la formación de la Tierra y la Luna y, en términos generales, el proceso de formación y las principales características de los diversos cuerpos del Sistema Solar, estableciendo relaciones de tamaño y distancia entre ellos.
9	<i>Establece relaciones entre diversos procesos de transformación de la hidrósfera, litósfera y atmósfera, y procesos de intercambio de materia y energía.</i>

Tabla 1.5: Estándar 9, Tierra y Universo (Física). MINEDUC (2012)

Según los estándares definidos por el MINEDUC, un docente debe estar preparado tanto en el ámbito pedagógico como disciplinar. En nuestro caso particular, los futuros profesores deben comprender los conceptos, leyes, modelos y teorías que dan cuenta de los principales fenómenos asociados a la formación, evolución, dinámica y características de la Tierra.

Agregando un aspecto más, encontramos el poco uso de nuevas metodologías para enseñar la disciplina y sumado a esto la falta de interés por parte del profesorado y la poca preparación docente en este ámbito. Como mencionan Justi, Chamizo, García y Figueirêdo (2011), la formación docente, es hoy, un factor relevante a considerar dentro del proceso de mejora educativa, sea cual sea éste. Por tanto, es de esperar que los docentes asuman su rol, pero de manera diferente a la enseñanza tradicional (Justi y otros, 2011). Es aquí donde novedosos recursos, como el uso de modelos, ponen nuevos desafíos sobre los docentes, esperando que éstos utilicen nuevas formas de enseñar, que sean coherentes con la visión de la naturaleza de las ciencias, permitiendo a los/as estudiantes conocer elementos del quehacer científico.

Esto favorece el aprendizaje, ya que como toda información nueva que se facilita a una persona, es interpretada dado su conocimiento al respecto (Jiménez, 2003), de modo que es necesario tener en cuenta las ideas previas que poseen los/as estudiantes al momento de abordar un nuevo contenido y evaluar si algunos de estos conocimientos resultan ser errados o no. Es de esperar que los docentes consideren un factor tan importante como lo son las dificultades que posee la enseñanza de la geología, destacando que no todos los conocimientos geológicos las ofrecen en igual medida. Pedrinaci (2003) destaca que dentro de las principales dificultades se encuentra, enseñar que la Tierra es un sistema, que como sistema no es estático, que sus cambios son procesos constantes (a largo plazo), y que los sismos y volcanes no se distribuyen de manera homogénea, entre otros. *“Valorar este grado de dificultad permite seleccionar mejores contenidos, elegir un nivel de formulación adecuado, secuenciarlo de manera que se facilite su aprendizaje o proponer actividades específicas que ayuden a superar estas dificultades”* (Pedrinaci, 2003, p.156)

Luego de; haber comparado el currículo nacional con el español, observar qué debe saber y hacer el docente en formación, y habiendo dado cuenta de los factores que permiten una óptima enseñanza de la geología, considerando sus principales dificultades; es que planteamos nuestra problemática y su justificación.

1.4 Justificación de la propuesta

Considerando las observaciones anteriormente descritas, como las principales diferencias entre el currículo chileno y el currículo español, los estándares orientadores para profesores de enseñanza media, y el poco uso de nuevas metodologías de aprendizaje, es que surge nuestra propuesta, la cual consiste en diseñar una secuencia didáctica para abordar el OA 11 en la unidad de ciencias de la Tierra, considerando la clasificación de rocas y el proceso de formación de acuerdo a su ciclo, pero desde la mirada del concepto de tiempo geológico (el cual vimos

que no pertenece al currículo nacional), para justificar la historia de la geología como ciencia propiamente tal y el aporte que ha significado la didáctica de las ciencias en su enseñanza.

Nuestra propuesta pretende destacar las principales características que se abordan en el Sub modelo de Material Geológico formulado por Márquez (2012) quien se basa en las investigaciones realizadas por Pedrinaci lo largo de su carrera. De esta forma diseñaremos una secuencia de material didáctico, pensado para desarrollar las tres primeras clases de la unidad, con la construcción de las guías para el/la estudiante y las guía del docente correspondientes, abordando los contenidos del programa curricular, por medio de la modelización.

Dentro de los contenidos que se abordan a nivel nacional y las metodologías de enseñanza que se utilizan para ello, podemos mencionar la experimentación como principal referente de actividades al momento de introducir un concepto, según lo propuesto por el MINEDUC en los textos del estudiante y del docente. Encontramos también lecturas de noticias y análisis de dicha información, entre otras. Es por esto que la secuencia didáctica diseñada se basa en desarrollar actividades que acerquen las prácticas científicas a los/as estudiantes, donde la modelización es la escogida para esta propuesta. En este aspecto, cabe señalar la importancia que posee enseñar ciencias a través de la modelización, debido a que genera en los/as estudiantes sentido en lo que observan a partir de la formulación de modelos explicativos, por medio de actividades y recursos educativos que estimulan y llaman mayormente su atención, y que permiten la interacción con sus pares y desarrollo del pensamiento científico (Osborne, 2014). Estos modelos según indica Márquez (2012) resultan coherentes con hechos y con el conocimiento científico actual. Por este motivo y por ser una metodología nueva de aprendizaje, es que nuestro material será diseñado con el enfoque de esta práctica científica.

Sumado a esto, también destacamos la importancia que tiene contextualizar el aprendizaje de los/as estudiantes y enseñar los contenidos de modo que ellos establezcan conexiones y relaciones con su entorno. Por lo tanto, y de manera transversal en las actividades preparadas, es que el material diseñado también poseerá un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), con el propósito de generar cambios de actitud en el alumnado, y comprender el impacto que posee el conocimiento de los contenidos de ciencias de la Tierra en nuestra sociedad. Tal y como plantea Quintero (2010), este enfoque busca innovar el área de la tecnología en la asignatura de ciencias, a partir del diseño de un material que proporciona contenidos basados en los conocimientos e intereses de los/as estudiantes, sin dejar de lado la formación científica, logrando así una mejor internalización en el aprendizaje de los alumnos, aportando a su desempeño como futuros ciudadanos.

Finalmente, destacamos que nuestra propuesta pretende ser un aporte para el currículo nacional, haciendo de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra un contenido más íntegro y completo desde el punto de vista del tiempo geológico, y un aporte también en cuanto a metodología, ya que esperamos crear un material didáctico que facilite a los docentes abrir nuevos espacios para que los/as estudiantes se acerquen a la ciencia y sean partícipes en la construcción de sus propios conocimientos.

1.5 Objetivos de la propuesta didáctica

El presente Seminario de Grado busca generar una propuesta didáctica dirigida a profesores de ciencias en Chile, que imparten la asignatura de física a estudiantes de Séptimo básico.

1.5.1. Objetivo General

- Diseñar y validar una secuencia didáctica, basada en modelización, para la unidad de ciencias de la Tierra en Séptimo básico, específicamente para el OA 11 de las Bases Curriculares de enseñanza media, enfatizando el Sub modelo de Material Geológico.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Definir el Sub modelo de Material Geológico en base a una revisión bibliográfica pertinente.
- Creación de recursos didácticos como actividades, representaciones, entre otros, que formarán parte de la propuesta didáctica y que promuevan el sub modelo.
- Creación de la guía docente que permita una orientación para la implementación de la propuesta didáctica.
- Validar mediante profesores expertos, con al menos 5 años de docencia en establecimientos de enseñanza media, la secuencia didáctica.
- Refinar la secuencia didáctica en base a las sugerencias realizadas por los expertos y presentar una versión final concreta y revisada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Geología como ciencia

La geología en un comienzo tenía un carácter asociado a respuestas bíblicas donde podemos encontrar como máximo exponente en 1658, al arzobispo Anglicano James Ussher quien publica una cronología de la Tierra basada en la genealogía bíblica, donde fundamentalmente propone que la Tierra se crea en la tarde del 22 de Octubre del año 4004 a.C. El planteamiento estuvo vigente y era aceptado por científicos y la comunidad religiosa de Europa Occidental hasta el siglo XVIII y particularmente la primera mitad del siglo XIX, con la puesta en duda del planteamiento de Ussher por parte del físico inglés Sir James Hutton. En este proceso de evolución, podemos notar la creación de leyes e hipótesis geológicas, la explicación de fenómenos por medio de sustentos científicos, entre otros (Hervé, 1999).

Para comprender la evolución de la geología, como ciencia propiamente tal, resultan de poca importancia los avances y descubrimientos primitivos, tales como; “La lentitud de los procesos geológicos” propuesta por Aristóteles (384-322 a.C.), noción que no fue reconocida hasta el siglo XIX, o “El principio de las causas de los sucesos actuales” propuesto por Estrabón (63-20 a.C.) que no se admitió hasta 1830. Lo que realmente es relevante es el momento en que fueron admitidos los conocimientos, influyendo de esta forma en la evolución de la ciencia (Torra, 2005).

La geología comienza a construirse como ciencia propia e independiente en la segunda mitad del siglo XVII, debido a la difusión definitiva del principio de las causas actuales, ya que anteriormente tenía un carácter enfocado en respuestas bíblicas a fenómenos sin entendimiento, es por esto que se hace necesario comprender el concepto de ciencia y el de ciencia geológica, afín de tener una visión actualizada de la disciplina.

Ciencia es un concepto complejo de definir, debido a las variadas definiciones dadas por diversos autores a lo largo de la historia. Nos podemos encontrar con algunas como la de Simpson en 1963 quien define a la ciencia como *“una exploración del Universo material que investiga las relaciones ordenadas, naturales, entre los fenómenos observados y que son evidentes por sí mismas”*, una definición enfocada en la observación y exploración, propia de la época en que se enunció, es por esto que años más tarde podemos encontrar aportes como los de Ferrater en 1979, quien plantea una definición complementaria a la de Simpson comprendiendo ciencia como *“un modo de conocimiento que aspira a formular, mediante lenguajes rigurosos y apropiados (en lo posible con auxilio de lenguaje matemático), leyes por medio de las cuales se rigen los fenómenos”*. Finalmente podemos encontrarnos con una mirada más actual a la visión de ciencia con Rutinel en 2014, quien enuncia que ciencia *“es un conjunto*

de conocimientos ciertos, ordenados y probables que obtenidos de manera metódica y verificados en su contrastación con la realidad, se sistematizan orgánicamente haciendo referencia a objetos de una misma naturaleza cuyos contenidos son susceptibles de ser transmitidos". Para el enfoque que tiene nuestra propuesta y por la mirada completa que plantea el autor, la definición de ciencia que sustentará las próximas menciones del concepto, será la de Rutinel (2014). Esta definición nos permite tener una visión más cercana a la utilizada en los currículos actuales, los cuales consideran la geología como una ciencia.

Luego de entender el concepto de ciencia desde la perspectiva de variados autores, es necesario comprender el concepto de geología como ciencia, donde etimológicamente proviene de dos vocablos griegos, geo ("Tierra") y logos ("estudio"), por lo que la definiremos como el "estudio de la Tierra". Según la Real Academia Española (RAE), es la ciencia que trata el estudio del globo terrestre desde una mirada interior y exterior, estudiando la naturaleza de los materiales y los cambios que han sufrido desde su origen con el pasar del tiempo.

Para Van Bemmelen (1961), la geología es entendida como una ciencia histórica y difiere de las ciencias exactas, como la física, la química y la biología, ya que para ésta son limitadas sus posibilidades de experimentar, mientras que años más tarde nos encontramos con definiciones como la de Wicander y Monroe (2000), quienes definen la geología desde dos perspectivas, una física y una histórica. Desde la física hace referencia al estudio de los materiales de la Tierra, estudia los minerales y las rocas, así como los procesos que operan dentro y sobre la superficie de ésta; mientras que la geología histórica trata del origen y la evolución de la Tierra, sus continentes, océanos, atmósfera y la vida.

2.2 Los inicios de la geología, hechos históricos

La Tierra ha estado en constante evolución, sin embargo el interés por su estudio como ciencia no fue hasta el siglo XVII cuando se produjo una revolución científica con propuestas como la tectónica de placas que posteriormente abrió paso a más hechos que resultan claves para el desarrollo de la geología como ciencia. Varios años después se propuso el término "geología" para describir el estudio de la historia de la Tierra, cabe destacar que antes del siglo XVII el interés que había por el conocimiento de la Tierra y sus elementos se centró solamente en interpretaciones bíblicas, prejuicios anticientíficos, manipulación de materiales y observación, por lo que con este entendimiento de geología como ciencia se logró definir su objeto de estudio (el planeta, su constitución y su historia).

Nuestro planeta ha sido objeto de estudio durante siglos, hace más de 2300 años podemos encontrar escritos de filósofos griegos, de los cuales el más influyente fue Aristóteles quién para

explicar la naturaleza del planeta se basa en opiniones arbitrarias por ejemplo el creer que las rocas se crean por efecto de las estrellas o que los terremotos se producían por algún tipo de interacción entre el aire y la tierra (como elemento), estas explicaciones eran válidas para la época, sin embargo fueron aceptadas durante muchos siglos produciendo que no se generaran explicaciones más racionales durante años.

James Ussher, un arzobispo anglicano de Armagh, publica a mediados del siglo XVI una cronología de la historia humana y de la Tierra donde establece que ésta había sido creada en el 4004 a.C. siendo aceptada tanto por científicos como por religiosos. Esta publicación influye durante el siglo XVII y XVIII en las explicaciones sobre fenómenos como la formación de montañas o cañones, ya que debido al periodo ajustado de tiempo que planteaban desde el año 4004 a.C., las explicaciones más rápidas eran las formaciones debido a grandes catástrofes.

Luego de este periodo se da inicio a la geología moderna a finales del siglo XVII con la publicación de James Hutton, "Theory of the Earth", estableciendo que las leyes que actúan hoy, también lo hacían en el pasado geológico, e introduciendo la idea de que los procesos geológicos se producen a lo largo de periodos de tiempo extremadamente extensos (Tarbuck y Lutgens, 2005).

Isaac Newton suponía que la Tierra en un comienzo era una esfera de material fundido que se enfriaba con el paso de los siglos y que para lograr una temperatura como la de la época, era necesario un proceso de enfriamiento de la Tierra que tardaría 50.000 años, una mayor antigüedad a la que suponían las teorías bíblicas del periodo; éste es considerado como el primer método científico para estimar la edad de la Tierra. (Vélez, 2015)

Los inicios de la geología como ciencia propiamente tal, ocurren con el danés Niels Stensen (1638-1686) (conocido también como Nicolás Steno), quien propone los grandes principios sobre los que se asientan las ciencias de la Tierra. Junto con James Hutton y Charles Lyell, puede ser considerado como uno de los fundadores de la geología como ciencia; ya que realizó importantes observaciones e interpretaciones de las rocas, las montañas y los minerales que junto con otros restos mineralizados dieron lugar al primer estudio científico en el campo de la geología.

Steno mostró que los fósiles eran restos de animales y plantas que habían vivido en el pasado. Además, que los que ahora se encontraban allí petrificados habían fosilizado en tiempos remotos en un medio acuoso y que algunos fueron transportados desde lejos hasta ese lugar. El gran aporte de Steno, es haber definido conceptos nuevos para la geología, como el concepto

de “estrato”, y haber enunciado los principios geológicos de continuidad de los estratos y de superposición de ellos. Gracias a éstos, la geología se convierte en una ciencia histórica que pretende reconstruir la historia pasada del terreno a partir de las capas de roca estratificada, que son los archivos que contienen la historia del planeta. Steno, por tanto, sienta las bases de la Estratigrafía y por ello de la escala geológica del tiempo relativo que se han constituido como uno de los fundamentos científicos de la geología desde el siglo XVIII.

En el siglo XVIII son aún mayores los avances, especialmente en Mineralogía, Petrología, Geología Minera (ligada a las explotaciones de carbón), Paleontología, Glaciología, Sismología, Tectónica, Cartografía, Geocronología, Sedimentología y Estratigrafía.

En los siglos XIX y XX, los avances en geología se centran en la medición (geomatemática) y en las frecuencias o las probabilidades de realización de los fenómenos (geoestadística). De esta manera, la geología pasa del estudio puramente cualitativo (descriptivo) a un estudio que comprende lo cuantitativo (Torra, 2005).

A continuación, se presenta la Tabla 2.1 con los principales hechos históricos en geología:

Periodo	Aporte a la geología
Siglo IV a.C.	Teorías basadas en opiniones arbitrarias de Aristóteles y otros filósofos griegos (Hesídoto, Tales, Anaximandro y Pitágoras)
Mediados del siglo XVI	Visión bíblica de fenómenos de la Tierra con James Ussher
Mediados del siglo XVI	En Alemania, Georg Bauer (1494-1555) escribe dos obras geológicas trascendentales “De Natura Fossilum” (1530) y “De re Metallica” (1546). El principal aporte con estos escritos es la sistematización de la geología y sus métodos de estudio.
Finales del siglo XVI (1590)	Invento del microscopio por parte de Zacharias el cual ayudaría posteriormente al estudio de los restos fósiles pequeños, de los minerales y rocas.
Siglo XVII	Las ideas y teorías sobre la interpretación de los fenómenos geológicos se logran pasar al papel gracias al auge de la imprenta, donde destacan aportes en el campo de la Mineralogía, Hidrología y Paleontología dando lugar al entendimiento de la geología como ciencia. (Torra, 2005)
Finales del siglo XVII	Inicio de geología moderna con teoría de James Hutton
1668	Los inicios de la geología como ciencia propiamente tal, con el danés Niels Stensen (conocido también como Nicolás Steno) (1638-1686) quien propone los grandes principios sobre los que se asientan las ciencias de la Tierra en

	su publicación " <i>De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus</i> ".
1862	El físico William Thomson (Lord Kelvin) estima la edad de la Tierra basándose en cálculos del enfriamiento del planeta a partir de una supuesta temperatura inicial de 3870 °C y de la temperatura en su época; llegando a la conclusión de que la Tierra tiene una edad de 99 millones de años. (Hervé, 1999)
1902	El sismólogo y vulcanólogo Giuseppe Mercalli (1850-1914) propone escala cualitativa que permite apreciar los efectos de los sismos.
1909	Andrija Mohorovicic (1857- 1936) determinan la existencia de dos tipos de ondas sísmicas, lo que le permitió concluir la existencia de dos capas (corteza y manto).
1912	Alfred Wegener (1880-1930) propuso la teoría de la deriva continental.
1928	Arthur Holmes (1890-1965) propone el primer mecanismo impulsor de los continentes en el lecho marino, las corrientes de convección en el manto.
1936	Inge Lehmann (1888-1993), propone que el núcleo de la Tierra está dividido en dos regiones (núcleo interno y externo)
1938	Charles Richter (1900-1985) propone escala matemática logarítmica para medir la energía liberada por los sismos (escala de Richter)
1949	Hugo Benioff (1899-1968) propone método para averiguar el ángulo en que la placa oceánica se hunde en la continental
1962	Harry Hess (1906-1969) postula que el afloramiento del magma desde el interior de la Tierra, creaba una nueva litósfera.
1965	Jhon Tuzo Wilson (1908-1993) postula que la litosfera está dividida en secciones conocidas como placas tectónicas.

Tabla 2.1: Hechos históricos en geología (Tarbuck y Lutgens, 2005)

2.2.1 Evolución del conocimiento geológico

Teniendo claro algunos hitos importantes de la geología, podemos ordenar en cuatro etapas la evolución del conocimiento geológico, planteadas por Castaño (1987) en su escrito "Concepto y desarrollo histórico de la geología", que ordenadas históricamente son: etapa de observación, etapa descriptiva, etapa lógica o de análisis y etapa experimental.

La *etapa de observación* abarca hasta el siglo XVIII y parte del siglo XIX. Se caracteriza por la ausencia de teorías o leyes que armen un cuerpo de doctrina. Hasta el abandono de las ideas catastrofistas, todo intento de interpretación estuvo condicionado por una ausencia de metodología científica.

La segunda *etapa de descripción*, ocurre en el siglo XIX y se caracteriza por ser el momento de la descripción e investigación sistemática, apoyada en otras ciencias. Es el momento de las grandes recopilaciones de hechos y fenómenos observados. El máximo exponente de esta etapa es la monumental obra de E. Suess *Das antlitz der Erde* (Las caras de la Tierra), que constituye una recopilación crítica y una interpretación global de los datos acumulados durante el siglo.

La tercera *etapa es la lógica o de análisis*, que ocurre en la primera mitad del siglo XX y fue una etapa de síntesis, de interpretación y de creación de leyes geológicas que inciden en las características que actualmente configuran la geología, donde uno de los principales aportes es el nacimiento de la teoría de la tectónica de placas (1962).

Finalmente, la cuarta *etapa es la experimental* que se está llevando a cabo actualmente. Basándonos en modelos de conocimiento, se acumulan datos de los laboratorios y modelos experimentales que permiten abordar teorías de síntesis sobre fenómenos geológicos.

2.2.2 El uso de la didáctica en geología y los pilares para la creación de una propuesta didáctica

La evolución del conocimiento geológico permitió su enseñanza en las escuelas, donde en un principio era tratada de forma descriptiva, sin considerar las ideas de los/as estudiantes ni las dificultades que podrían presentarle los conceptos, es por esto que luego de nacida la teoría de la tectónica de placas, el estudio comenzó a ser tratado con la didáctica. La didáctica tiene su origen en 1657 con Jan Amos Komenský (1592-1670), quien permite que la palabra sea conocida gracias a su libro "Didáctica magna", el cual básicamente plantea que el/la estudiante es el centro del fenómeno educativo y por ende a lo que docentes, textos y métodos debían enfocarse (Carvajal, 2009). Específicamente el momento en que la geología comenzó a ser tratada de forma didáctica, ocurre después de que Kuhn publicara "La estructura de las revoluciones científicas" en 1962; había nacido la teoría de la tectónica de placas y producto de ideas como ésta, la Tierra comenzó a ser observada de una manera distinta, donde muchos conceptos tuvieron que ser revisados (Pedrinaci, 2003). Por lo que si queremos ubicar el inicio de la didáctica en geología, podemos decir que ocurre desde la tercera etapa planteada por Castaño. La investigación en didáctica de las ciencias permite comprender de mejor manera como aprenden y qué ideas tienen los/as estudiantes de geología, además de las dificultades en el aprendizaje de esta ciencia. Es por esto que para realizar una propuesta para la enseñanza de geología en educación media, es necesario considerar tanto los cambios en el conocimiento de ciencias de la Tierra como los aportes en didáctica durante los últimos años.

Dicho esto, Pedrinaci (2003) plantea tres pilares fundamentales que servirán de base para la creación de una propuesta para la enseñanza de geología, estos pilares son:

- El primer pilar hace referencia al estado actual de la geología y las tendencias que muestra. La geología tiene una lógica interna que al conocerla permite jerarquizar los conocimientos para luego relacionarlos y de esta forma seleccionar los que pueden servir como ejes sobre los que se organiza el conocimiento de la geología.
- El segundo pilar presenta las aportaciones realizadas desde la didáctica de la geología. Al analizar la historia de la geología, además de las investigaciones sobre las ideas de los/as estudiantes, podemos conocer las dificultades que tienen en ciertas nociones básicas de geología, luego de conocerlas se pueden tomar decisiones sobre los contenidos, el orden en que son tratados, además de la dificultad con que son tratados dependiendo del nivel educativo.
- Finalmente, el tercer pilar explica las características de los/as estudiantes a quienes va dirigida. Para la enseñanza y aprendizaje de los conocimientos en geología se deben tener ciertas consideraciones, como algunas características de los/as estudiantes, ya sean la edad o el modo en que construyen el conocimiento, esto permitirá crear ciertas estrategias para una enseñanza más adecuada a los objetivos pretendidos.

2.3 Principales cambios en las tendencias de la geología

La geología desde sus comienzos como ciencia, a finales del siglo XVIII hasta hoy en día, ha experimentado cambios que se pueden ordenar en torno a cuatro tendencias que nos permiten conocer hacia dónde está dirigida en la actualidad (Pedrinaci, 2001).

- La *primera tendencia* habla del cómo es al cómo funciona, donde el principal enfoque de la geología clásica se basa en la descripción de componentes en la Tierra, sin embargo este enfoque cambia cuando se plantea la tectónica de placas, que exige un estudio ya no desde la descripción, sino desde el cómo funciona la Tierra, ya que ha demostrado que este conocimiento ha dejado atrás a aquellos más descriptivos y al mismo tiempo redirige la observación e investigación a elementos más importantes.
- La *segunda tendencia* permite observar un cambio desde el catastrofismo al neocatastrofismo. En el siglo XVIII, la tendencia existente era el catastrofismo, que asociaba todos los cambios en la Tierra, a acontecimientos como terremotos, maremotos, meteoritos y volcanes; sin embargo desde 1840 hasta 1970, la geología adquiere un carácter uniformista, donde se plantea que en el pasado han ocurrido solo

procesos lentos, graduales y continuos. Finalmente, surge una tendencia denominada por Kenneth Hsu (1983) como neocatastrofismo, que unifica ambas tendencias uniformismo y catastrofismo). Un ejemplo notorio en este cambio de tendencia es el ocurrido con el arzobispo anglicano James Ussher, quien ideó una cronología de la Tierra asignándole un origen en el año 4004 a.C. y debido a este corto periodo de vida, los científicos de la época explicaban los cambios en la Tierra con eventos como terremotos, erupciones, y diluvios (asociados a catástrofes), que modificaban y generaban el relieve de la Tierra en muy poco tiempo. No es hasta que surge el uniformismo con James Hutton, que la idea de catastrofismo se desecha considerando que *“La Naturaleza es siempre la misma, sus leyes son eternas e inmutables”*, planteando una Tierra más antigua, con periodos de destrucción y de reconstrucción. Otro ejemplo, es el del gran cañón en Colorado; los catastrofistas asociaban su origen al diluvio universal, mientras que los uniformistas lo asocian al flujo natural del río Colorado que fue erosionando la zona durante siglos.

- La *tercera tendencia* permite observar un cambio desde ciclicidad/linealidad a un modelo antagonista de irreversibilidad no lineal. James Hutton, en su obra *Theory of the Earth* (1788), describe la historia de la Tierra como *“una sucesión ininterrumpida de ciclos que tienen su motor en el interior terrestre”* (Pedrinaci, 2001), de modo que la energía en el interior de la Tierra, eleva el relieve que luego es afectado por agentes externos como la erosión, haciendo que el material se deposite en el mar, luego la energía interna fundiría los materiales y volvería a elevarse el relieve terrestre. Por otro lado Abraham Werner plantea que la historia de la Tierra sigue un proceso lineal, donde la Tierra en un comienzo se encontraba sumergida completamente en el mar. Hoy en día los procesos geológicos se repiten, variando la secuencia y las condiciones en que lo hacen, haciendo la historia del planeta irreversible y no lineal.
- La *cuarta tendencia* permite observar un cambio desde el reduccionismo al holismo, el enfoque únicamente reduccionista se dejó de lado en 1960, como consecuencia de la creación de la teoría de tectónica de placas, teoría que permite relacionar cambios a pequeña escala con cambios a nivel del planeta. Así, surgen planteamientos de científicos sobre como *“debemos estudiar la Tierra como un todo, como un sistema único”* (Wilson, 1968), dejando de lado el reduccionismo y viendo la Tierra como un todo (perspectiva holística).

Como ya se ha mencionado anteriormente, el estudio de la geología en educación debe ser centrado en el/la estudiante, por lo que se hace necesario conocer las ideas que tienen, las

dificultades que se presentan en su aprendizaje y con qué actividades aprenden los/as estudiantes de secundaria sobre geología en la escuela.

2.3.1 Ideas previas que poseen los/as estudiantes sobre ciencias de la Tierra

Basándose en las Ideas previas sobre geología, de estudiantes en ESO (Pedrinaci, 2003), que se encuentran dentro del rango de edad de estudiantes chilenos de séptimo básico, podemos destacar las siguientes:

- **No ven la formación de las rocas como un proceso actual si no que lo limitan a las primeras fases de la génesis de la Tierra.** (Sub modelo Material Geológico)
- **Consideran las rocas, anteriores a los fósiles que contienen.** (Sub modelo Material Geológico)
- **Ven el relieve terrestre, en general, y las montañas en particular, como estructuras muy estables que cambian poco o muy poco.** (Tiempo geológico)
- **Los procesos de cambios que describen son fundamentalmente destructivos (erosión) y de efectos poco importantes.** (Tiempo geológico)
- Para explicar los cambios importantes en el relieve suelen recurrir a enfoques que recuerdan el catastrofismo pre científico (especialmente terremotos).
- Los procesos constructivos que más tienen en cuenta son los relacionados con el vulcanismo.
- **Consideran el tiempo como un elemento casual de los cambios geológicos.** (Tiempo geológico)
- Suben y bajan el nivel del mar sin límite alguno, pero mantienen estables los continentes.
- **Entienden que la formación de las montañas es más un proceso del pasado, que de la actualidad o del futuro.** (Tiempo geológico)
- Recurren más a procesos atectónicos que a procesos tectónicos para explicar los cambios en el relieve.

Estas ideas son fundamentales al momento de conocer qué es lo que saben y qué no, los/as estudiantes, ya que permiten trabajar en la creación de la propuesta de este Seminario. Sin embargo, son duraderas y difíciles de modificar, por lo que también son causales de ciertos obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Otra de las cuestiones críticas en la enseñanza, es tratar de determinar las principales dificultades que posee este contenido para su aprendizaje.

2.3.2 Dificultades en el aprendizaje sobre ciencias de la Tierra, en estudiantes de educación secundaria

Los/as estudiantes de nivel secundario tienen dificultades para aprender ciertos aspectos de geología, según Pedrinaci (2001) estos se pueden resumir en siete, donde en primera instancia nos encontramos con lo que él llama "*la inmutabilidad terrestre como obstáculo*", que consiste en el que tener una perspectiva estática de la Tierra, dificulta el desarrollo de las interpretaciones de fenómenos geológicos como el origen de las rocas, la edad de la Tierra o el origen de las cordilleras. Una evidencia histórica de esta dificultad, se aprecia en la teoría de la permanencia de continentes y océanos que representa un obstáculo para explicar el dinamismo de la Tierra y a la vez conlleva lentitud de los procesos geológicos dimensionados a escala temporal humana. De esta forma, como la mayor parte de los procesos geológicos ocurren a largo plazo y en el pasado, se favorece una interpretación estática, la que aún sigue existiendo en ciertas ideas de estudiantes.

La segunda dificultad es conocida como "*el catastrofismo pre científico*", donde la mayor relevancia como dificultad para el aprendizaje la encontramos en su capacidad para impedir el cuestionamiento sobre los procesos geológicos, o la búsqueda de explicaciones. Esta capacidad viene dada por las justificaciones rápidas, sin comprender la mecánica de los procesos que se están estudiando (generalmente terremotos), ni su capacidad o incapacidad para provocar los cambios que les atribuyen.

La tercera dificultad es conocida como "*el origen de las rocas como obstáculo*". Hasta el siglo XVII no se habían planteado teorías respecto del origen de las rocas, por lo que la problemática tampoco fue planteada ni respondida. Tanto alumnos como naturalistas de otras épocas, consideraban las rocas tan antiguas como la misma Tierra, donde en realidad, omitiendo algunas volcánicas, no se percibe la formación de ninguna roca nueva. El ritmo al que ocurren estos procesos, unido a que suceden a cierta o a mucha profundidad, hacen que permanezcan ocultos ante la mirada de cualquier observador.

La cuarta dificultad es conocida como "*la cronología*". La dificultad de representar temporalmente algunos valores genera dos tendencias. La primera consiste en la "cronología corta", donde a la Tierra se le asigna una edad de seis mil años en los que se deben incluir todos los procesos geológicos. Esta perspectiva permite representar una Tierra estable donde no se han producido grandes cambios o algunas interpretaciones catastróficas donde sí se han generado cambios importantes debido a catástrofes. En la segunda tendencia, se imagina la historia de la Tierra como la sucesión de ciclos de forma indefinida, en los cuales cada uno borra las evidencias del anterior y por ende, hace que sea imposible solucionar el problema del tiempo.

La quinta dificultad es “*la diversidad y amplitud de las escalas espaciales*”. Para entender la dinámica interna de la Tierra se necesita el manejo de grandes escalas espaciales. Los alumnos tienen dificultades para comprender las escalas que se mencionan, porque estos procesos requieren una comprensión global del planeta utilizando escalas menores.

La sexta dificultad es conocida como “*la inaccesibilidad de estos procesos*”, donde los procesos que se quieren estudiar tienen lugar en el interior del planeta y consecuencias en el exterior, por lo que la profundidad a la que ocurren conlleva la imposibilidad para observarlos y reproducirlos en laboratorios y por ende dificultan la comprensión.

La séptima dificultad es conocida como “*la naturaleza de las rocas*”, donde es necesario comprender el estado físico de las rocas, además de sus comportamientos y las condiciones de la superficie terrestre para deformarse plásticamente (Pedrinaci, 2001).

Luego de conocer las dificultades en el aprendizaje de las ciencias de la Tierra para los estudiantes, es necesario entender de qué manera son tratados los contenidos en el Texto del estudiante en Séptimo básico, de modo que sea posible apreciar las metas de aprendizaje, junto con diversas actividades planteadas para el cumplimiento de estas. Esto nos permitirá identificar fortalezas y debilidades del programa, para diseñar un material didáctico coherente con el aporte que deseamos realizar.

2.3.3 Recursos en el texto del estudiante

En el nivel de séptimo básico, los alumnos estudian fenómenos de la Tierra según lo indicado en el programa, donde los contenidos se encuentran en la unidad 2: “Fuerza y ciencias de la Tierra”. Dichos contenidos, en el Texto del estudiante Ciencias Naturales para Séptimo (2017), se encuentran distribuidos en las unidades 3 (Fuerza) y 4 (Ciencias de la Tierra). Donde esta última describimos a continuación:

Unidad 4: ¿Por qué cambia nuestro planeta?”	
Lección 8: <i>Dinámica terrestre</i> (extensión 19 páginas: 156-173)	Lección 9: El clima terrestre.
<u>Contenidos:</u> estructura interna de la Tierra (modelo dinámico y modelo estático), la teoría de tectónica de placas, vulcanismo y estudio de las rocas.	<u>Contenidos:</u> definición, elementos y factores que determinan el clima, fenómenos atmosféricos, movimiento terrestre y clima.

Tabla 2.2: Lecciones unidad 4 en Texto del estudiante. Ciencias naturales Séptimo básico

Respecto a la lección 8, la cual se relaciona con nuestro Seminario de Grado, se mencionan los siguientes aspectos introductorios, referidos a las ciencias:

“El estudio de las grandes ideas de la ciencia (GI) te permitirá comprender fenómenos naturales y relacionarlos con tus experiencias cotidianas. En esta unidad se estudiarán las siguientes:

- El movimiento de un objeto depende de las interacciones en que participa. (GI.7)
- Tanto la composición de la Tierra como su atmósfera, cambian a través del tiempo y tienen las condiciones necesarias para la vida. (GI.8)²”

Tanto las GI anteriores como los contenidos, habilidades y actitudes trabajadas en la unidad, se relacionan con el cumplimiento de las metas de aprendizaje descritas en la siguiente ilustración:

	¿Qué vas a aprender?	¿Para qué?
<p>Lección 8</p> <p>Dinámica terrestre</p>	<p>Explicar, mediante el modelo de la tectónica de placas, la actividad geológica (sismos y volcanes) y la formación de las rocas, desarrollando un pensamiento crítico.</p>	<p>Conocer el origen de ciertos fenómenos geológicos y los efectos que producen en nuestro entorno.</p>
<p>Lección 9</p> <p>El clima terrestre</p>	<p>Representar, por medio de modelos, el dinamismo del clima terrestre, trabajando de manera responsable y colaborativa.</p>	<p>Reconocer cómo ciertos fenómenos atmosféricos influyen en nuestras vidas.</p>

Ilustración 2.1: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 151

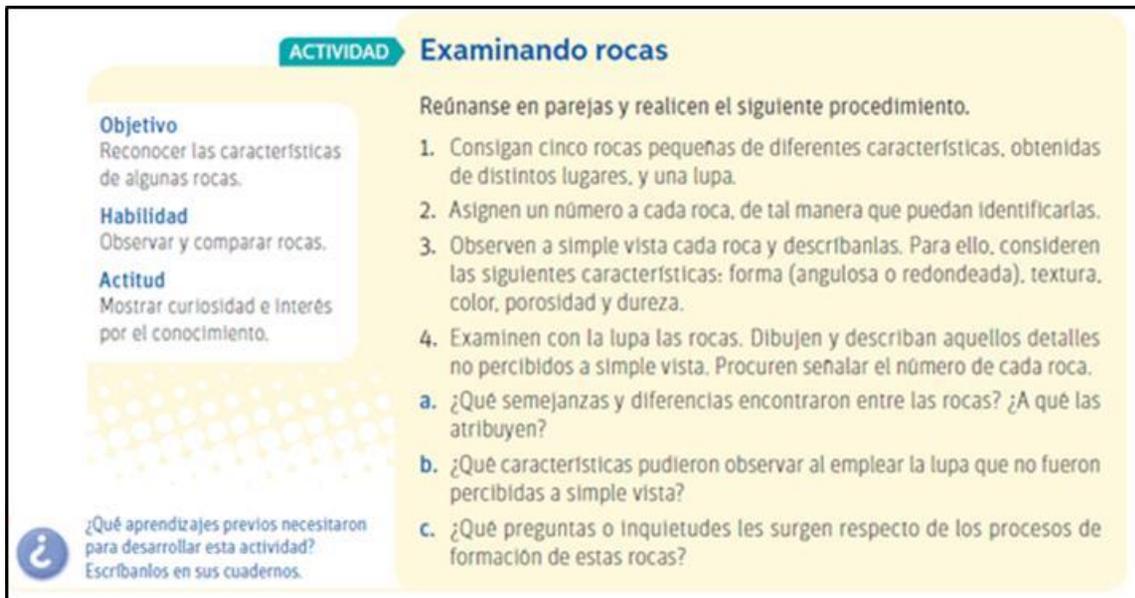
Dinámica terrestre: “La corteza terrestre experimenta constantemente cambios ocasionados por fenómenos geológicos. Algunos de estos, como los sismos y las erupciones volcánicas, provocan serias consecuencias en el medio ambiente. Por ello, es muy importante que conozcas las características de estos fenómenos y los consideres como algo que puede ocurrir en tu entorno, de tal forma que sepas cómo reaccionar cuando estos se presentan”.

A continuación, se describen la estructura y contenidos del estudio de rocas en el Texto del estudiante.

² Cabe mencionar que, las “grandes ideas de la ciencia” y varios aspectos de su subsecuente desarrollo en el Texto del estudiante, se han basado en Wynne, Harlen (ed.) (2012). *Principios y grandes ideas de la educación en ciencias* (Santiago: Academia Chilena de Ciencias).

Estudio de las rocas (extensión 4 páginas: 170-173)

¿Qué son las rocas?: Realiza una breve descripción de qué son las rocas y una introducción a su estudio, o sea, el por qué y quiénes las estudian. Posteriormente, propone una actividad que se llama **examinando rocas**, la cual tiene por objetivo reconocer las características de algunas rocas, llevándose a cabo a través de la exploración con 5 rocas que el/la estudiante lleva a la sala de clases.



ACTIVIDAD Examinando rocas

Objetivo
Reconocer las características de algunas rocas.

Habilidad
Observar y comparar rocas.

Actitud
Mostrar curiosidad e interés por el conocimiento.

Reúnanse en parejas y realicen el siguiente procedimiento.

1. Consigan cinco rocas pequeñas de diferentes características, obtenidas de distintos lugares, y una lupa.
2. Asignen un número a cada roca, de tal manera que puedan identificarlas.
3. Observen a simple vista cada roca y describanlas. Para ello, consideren las siguientes características: forma (angulosa o redondeada), textura, color, porosidad y dureza.
4. Examinen con la lupa las rocas. Dibujen y describan aquellos detalles no percibidos a simple vista. Procuren señalar el número de cada roca.
 - a. ¿Qué semejanzas y diferencias encontraron entre las rocas? ¿A qué las atribuyen?
 - b. ¿Qué características pudieron observar al emplear la lupa que no fueron percibidas a simple vista?
 - c. ¿Qué preguntas o inquietudes les surgen respecto de los procesos de formación de estas rocas?

¿Qué aprendizajes previos necesitaron para desarrollar esta actividad? Escríbanlos en sus cuadernos.

Ilustración 2.2: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 170.

Luego, en las páginas 170 y 171, se realiza una clasificación de las rocas en ígneas, sedimentarias y metamórficas, según su origen y proceso de formación.

Dentro de la página 171 se conecta con el conocimiento de la paleontología, explicando qué son los fósiles y en qué tipo de roca se encuentran.



Ilustración 2.3: Texto del estudiante Ciencias naturales, Séptimo básico, pág. 170 y 171.

En la página 172, se muestra una representación del ciclo de las rocas a través de un esquema, con el título “¿Cómo se forman las rocas?”, en donde se muestran los lugares donde se forman las rocas y los procesos asociados de cada una, según su previa clasificación.

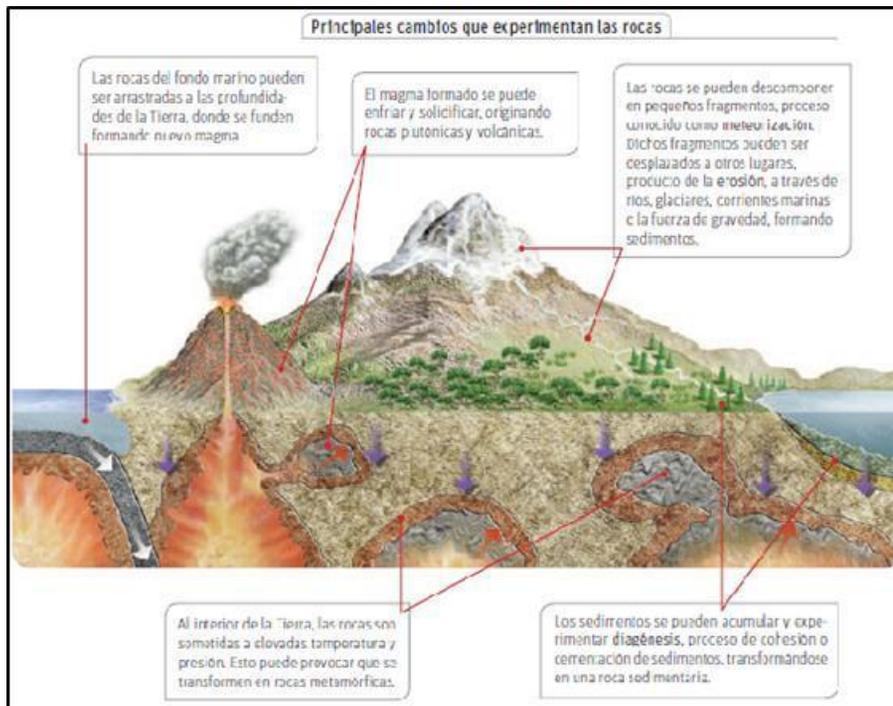


Ilustración 2.4: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 172.

En la página 173, se presenta de forma resumida el ciclo de las rocas en un esquema que tiene por título “¿Cómo las rocas se transforman las unas en otras?” mostrando la relación de unas con otras y los procesos asociados para que aquello ocurra.

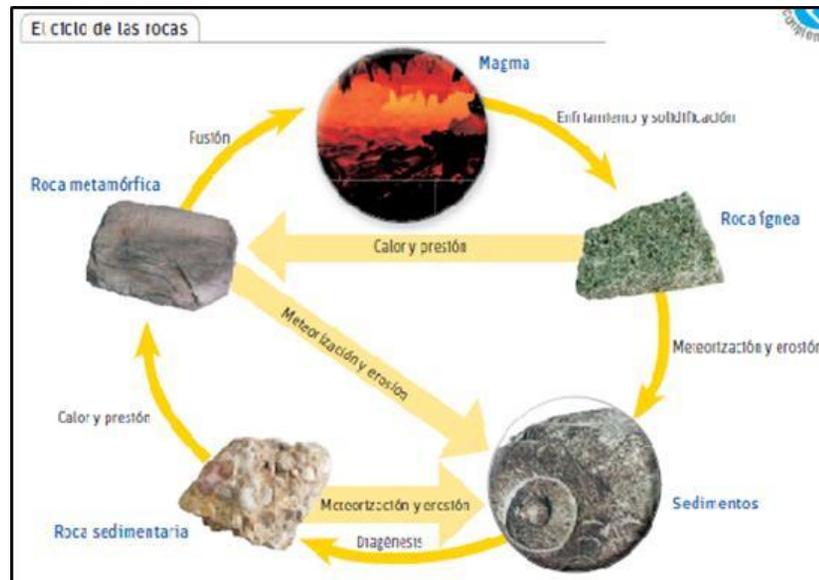


Ilustración 2.5: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 173.

Como elemento final, en el estudio de rocas, se propone la actividad “Modelando el ciclo de las rocas”, a través de la construcción de un modelo en base a una maqueta.

Modelando el ciclo de las rocas

ACTIVIDAD

Reúnanse en parejas y realicen la actividad propuesta.

1. Diseñen una maqueta que les permita representar y explicar la formación y transformación de los tipos de rocas, considerando los siguientes factores: temperatura, presión y erosión.
2. Hagan un listado con los materiales que utilizarán para elaborar su modelo. Por ejemplo: arena, algodón, cartón piedra, greda, papel de diario, plastilina®, ténpera y pinceles. Posteriormente, escriban y realicen el procedimiento que llevarán a cabo.
3. Averigüen las principales consecuencias del ciclo de las rocas en la evolución del planeta. Para ello, consulten fuentes confiables, o bien ingresen el código [TCN7P173](#) en el sitio web del texto. Luego, expliquen a sus compañeros y compañeras la información que recopilaron, más los procesos representados en el modelo que realizaron.
 - a. ¿Cómo evalúan su modelo en cuanto a los criterios de limpieza, orden, rigurosidad conceptual y prolijidad en los detalles? Expliquen.
 - b. ¿Qué cambios le harían para mejorarlo? Describan.

Puedes solicitar ayuda a tu profesor o profesora de Artes Visuales al realizar esta actividad.

Objetivo
Representar y explicar, por medio de un modelo, la formación y las transformaciones de las rocas.

Habilidad
Crear y usar un modelo.

Actitud
Manifestar una actitud de pensamiento crítico.

¿Qué aprendizajes previos necesitaron para desarrollar esta actividad? Escríbanlos en sus cuadernos.

Ilustración 2.6: Texto del estudiante Ciencias naturales. Séptimo básico, pág. 173.

En cuanto al desarrollo del estudio de las rocas en el Texto del estudiante, encontramos los elementos esenciales que permiten a los/as estudiantes conocer las rocas, clasificarlas y describir su proceso de formación e interacción en su ciclo, además de representaciones a través de esquemas que permiten visualizar los contenidos a enseñar. Sin embargo, no se encuentra el concepto de **tiempo geológico**, el cual es clave para que el/la estudiante analice y

contextualice en el tiempo, el cómo suceden realmente estos procesos que determinan cambios en el entorno que le rodea, por lo que deja a la deriva las ideas que poseen los/as estudiantes, sobre la geología, mencionadas por Pedrinaci (2003). También se puede observar que en la actualidad el conocimiento geológico a nivel escolar no se expresa totalmente desde un punto de vista experimental y vivencial, sino que está acotado a representaciones generales y descriptivas que no dan cuenta de las posibilidades de conocer en terreno los fenómenos geológicos, el relieve y las rocas. Estas representaciones son presentadas en los libros de geografía y resumidas en 4 macro formas: Cordillera de Los Andes, Depresión intermedia, Cordillera de la costa y Planicies litorales, cuya presencia en nuestro país son explicados a través de los sismos, el vulcanismo y la erosión, como procesos que modifican el relieve, sin entregar mayor detalle de las causas y efectos de los diversos fenómenos geológicos que no ocurren a simple vista y cuya respuesta se puede encontrar, al menos en primera instancia, analizando en superficie las rocas presentes (Pavez, Estay y Ramos, 2015).

En cuanto a las actividades propuestas, como “examinando las rocas”, se limita a una observación grupal por parte de los estudiantes y posteriormente los contenidos sobre tipos de rocas son entregados, sin entrelazar el trabajo previamente realizado. También ocurre que el contenido del ciclo de las rocas es entregado, sin realizar un trabajo con los estudiantes, más que la actividad “modelando el ciclo de las rocas” (que es posterior a la entrega de contenidos y difiere de la modelización propuesta en este Seminario de Grado), la cual se basa en construir un “modelo” en base a una maqueta, teniendo en cuenta que aquella se limita a una representación de la información entregada previamente. Estos conocimientos, que debieran ser descubiertos con la aplicación del método científico por los/as estudiantes, son entregados, en su mayoría, como información, por lo que pierden el sentido de la completitud de la ciencia en sí misma (Furman, 2012; Furman y Podesta, 2013, cit. en Pavez, Estay y Ramos 2015).

Luego de analizar la secuencia de los contenidos existentes en el Texto del estudiante, junto a sus principales fortalezas y debilidades, es importante encausar nuestra propuesta en un modelo geológico pertinente, que permita el desarrollo de los objetivos, el cual desarrollaremos a continuación.

2.4 Modelo Geológico

Para el desarrollo de este Seminario de Grado, se trabajará con el Modelo Geológico propuesto por Conxita Márquez (España) en “Ideas claves en la geología” (2012). Para el desarrollo de este modelo, Márquez resume claramente los principales aportes realizados por Pedrinaci (2001) en “La enseñanza y el aprendizaje de la geología”, los cuales recordamos brevemente en el recuadro siguiente:

<p>1. ¿Qué geología se debe enseñar en la educación secundaria? (Principales cambios en la mirada de la geología)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Del qué es al cómo funciona: - Del uniformismo al neocatastrofismo - Del antagonismo ciclicidad / linealidad a un modelo de irreversibilidad no lineal - Del reduccionismo al holismo
<p>2. ¿Qué preguntas clave pretende responder el currículo español? (Mirada hacia la enseñanza secundaria obligatoria y bachillerato en España)</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Problemas entorno a la lentitud de los procesos geológicos:</i> ¿nuestro planeta siempre ha sido como lo vemos hoy?, ¿por qué cambia el relieve de unos lugares a otros? - <i>Problemas en torno a cómo se puede descifrar el pasado:</i> ¿cómo podemos conocer el pasado terrestre?, ¿existe algún registro del pasado?, ¿cómo podemos descifrarlo? - <i>Problemas entorno al origen de las montañas:</i> ¿por qué hay fósiles marinos en las cimas de algunas montañas?, ¿cuál es el origen de las montañas? - <i>Problemas entorno a la interacción entre los sistemas:</i> ¿hay interacciones entre la dinámica externa y la interna?, ¿cómo funciona la Tierra?, ¿puede predecirse cómo será en el futuro?
<p>3. ¿Qué metodologías de trabajo se han de utilizar en geología? (Cómo enseñar la geología)</p> <p>Pedrinaci señala la utilización de las propias metodologías de enseñanza, además de aquellas propias de la geología como ciencia histórica:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principio del actualismo - Principio de la horizontalidad inicial (Steno, 1669) - Principio de la superposición (Steno, 1669) - Principio de relaciones cruzadas - Principio de la sucesión de la fauna o de la correlación
<p>4. ¿Qué dificultades de aprendizaje supone? (Principales dificultades que presenta el aprendizaje de la geología)</p> <ul style="list-style-type: none"> -La inmutabilidad terrestre. -El catastrofismo pre científico. -El origen de las rocas. -El tiempo geológico. -La inaccesibilidad de los procesos implicados. -La diversidad y amplitud de las escalas espaciales. -El eustatismo desmedido (variación global del nivel del mar).

Tabla 2.3: Principales aportes de Pedrinaci en “La enseñanza y el aprendizaje de la geología” (2001), desarrollados en el apartado 2.3.

En éste modelo propuesto, la geología está definida como el conocimiento de la historia de la Tierra, de la vida, los cambios en el planeta; con el fin de hacer predicciones, para lo cual es necesario indagar en "los archivos" en que está registrada la historia de la Tierra, es decir, las rocas. Es entonces, como ya fue mencionado, que la geología es considerada una ciencia compuesta: como **ciencia histórica**, donde toma el origen y la evolución de la Tierra, y como **ciencia aplicada**, por sus conocimientos en cuanto al uso y la planificación, como un aspecto predictivo.

Márquez, aborda las aportaciones de Pedrinaci en su modelo, definiendo tres sub modelos pensados para desarrollarse durante la ESO y los primeros años de Bachillerato. Por lo que su modelo propuesto se detalla en el siguiente esquema:

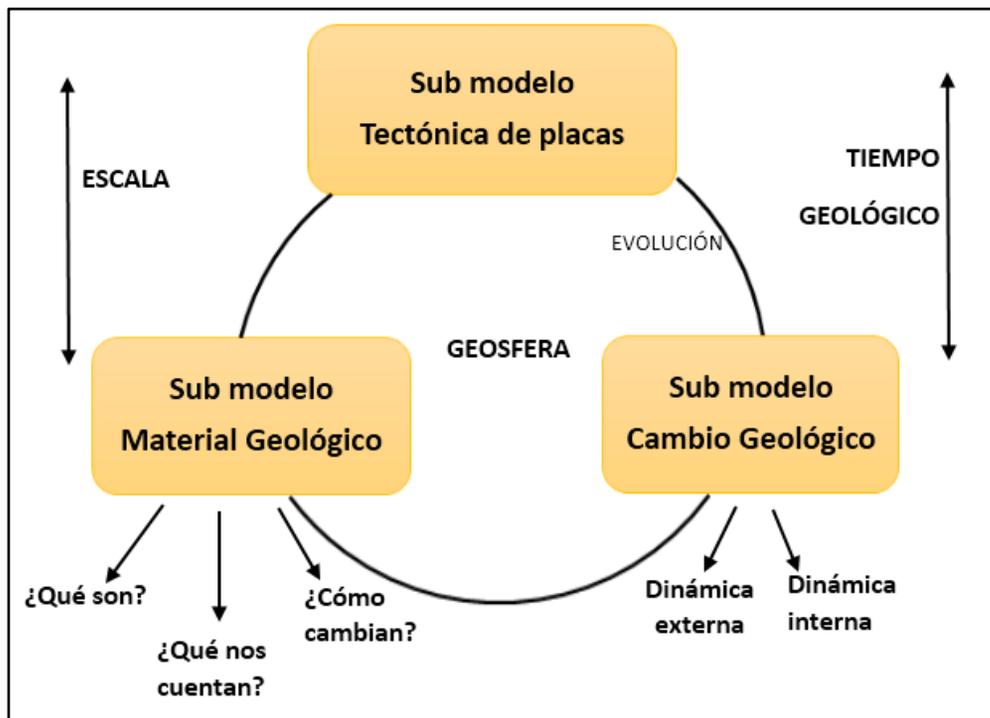


Ilustración 2.7: Modelo Geológico: "Interacción entre sistemas" (Márquez, 2012)

Márquez destaca, al igual que Pedrinaci, que la Tierra es una interacción entre sistemas, los cuales podemos evidenciar en:

- a) Sub modelo **Material Geológico**: en este sub modelo se estudia todo lo referido a material geológico como rocas, minerales y fósiles, buscando responder a las preguntas "¿cómo son?", "¿qué nos explican?", "¿cómo cambian?".

- b) Sub modelo **Cambio Geológico**: en este sub modelo se desarrolla toda la dinámica interna y externa del planeta, como por ejemplo la distribución de energía en la Tierra o manifestaciones externas como sismos, volcanes, etc.
- c) Sub modelo **Tectónica de placas**: con este sub modelo se espera explicar el funcionamiento de estos sistemas y cómo la Tierra ha ido evolucionando desde la mirada de la tectónica de placas.

También es posible notar la presencia del concepto de **tiempo geológico**, el cual se representa de manera transversal en la interacción de los tres sub modelos, enfatizando su importancia para explicar la geología.

Conceptos claves en ciencias de la Tierra

A continuación, desarrollaremos los conceptos claves en ciencias de la Tierra, definiendo con mayor profundidad el concepto de tiempo geológico, el Sub modelo de Material Geológico y un breve resumen de aquellos conceptos que buscan responder a los Sub modelos de Cambio Geológico y Tectónica de placas.

2.4.1 Tiempo Geológico

La dificultad que representa la construcción del concepto de tiempo geológico lleva a que diversos autores planteen sus definiciones respecto al concepto. Autores como Eicher (1973), plantea el tiempo geológico como *“todo lo que ha ocurrido en la historia de nuestro planeta”*. Otros como Albritton (1984), enuncia que es el *“tiempo comprendido desde la constitución de la Tierra como planeta, hasta nuestros días”*. Por otro lado, Anguita (1988) dice que el tiempo geológico es una *“porción de tiempo físico (los últimos 4.550 millones de años)”*.

Desde la perspectiva netamente cronológica, el tiempo geológico es una parte del tiempo físico, sin embargo, existen otras dimensiones aparte de la cronológica que dan forma al concepto de tiempo geológico, como son el cambio geológico, las facies, la sucesión causal y la cronología (Pedrinaci 1993), el desarrollo de estas nociones temporales permite la construcción del tiempo geológico.

La relación entre el tiempo y el cambio geológico era descrita por filósofos clásicos como Aristóteles o Platón, donde el primero de éstos mencionaba que el tiempo debía ser considerado inseparable de los cambios geológicos, ya que solo se percibe el paso de éste por medio de los cambios. Por otro lado, Platón decía que al no producirse cambios en el cielo (días, noches, estaciones) el tiempo no existe.

El concepto de facies en el tiempo geológico, está integrado de modo que permite relacionar las rocas con los fósiles trabajándolos de forma sincrónica, *"las rocas pueden ser consideradas archivos históricos que contienen información sobre las condiciones en que se originaron y las alteraciones posteriores que han experimentado"* (Pedrinaci y Berjillo, 1994). La noción de facies, se basa en la reconstrucción de cuencas sedimentarias, describiendo que las características de una roca dependerán del momento y el lugar en que se originó, siendo su estudio el que nos permite aproximarnos a la reconstrucción del lugar y las condiciones en que se formó.

El tiempo geológico y la sucesión causal, en casos como la formación de fósiles, pueden generar que los estudiantes consideren que los fósiles se formaron luego de que un ser vivo, con el paso de tiempo, se convirtiera en piedra. Esto se interpreta de dos maneras: el proceso de fosilización ha requerido mucho tiempo, o el tiempo ha sido un agente de la fosilización. De esta forma considerarían al tiempo como un elemento causal de los cambios en geología, por lo que se hace necesario entender de manera cualitativa los cambios geológicos, por medio de preguntas como *¿qué se modificó?, ¿qué permanece?, ¿cuál es el agente causante?, ¿qué huellas nos permiten identificar que se han producido cambios?, entre otras.*

La duración cronológica está presente en el concepto de tiempo geológico cuando se estudian los procesos de cambios, ya que se hacen necesarias referencias temporales. Éstas resultan formar parte de las dificultades para los alumnos, debido a la "barrera de imaginación" que existe, donde les es difícil representar mentalmente cifras de grandes magnitudes involucradas en el estudio de la historia de la Tierra, es por esto que en el intento de acercar al estudiante a escalas geológicas, el docente debe plantear actividades como la creación de un reloj geológico, un calendario geológico u otras representaciones que permitan dimensionar de manera proporcional la distancia entre diversos eventos en geología.

Anteriormente en las "Ideas previas que poseen los/as estudiantes sobre ciencias de la Tierra" se mencionaron diversas visiones que tienen los estudiantes sobre las ciencias de la Tierra, sin embargo algunas de estas visiones apuntan directamente al tiempo geológico, como por ejemplo: - *Ven el relieve terrestre, en general, y las montañas en particular, como estructuras muy estables que cambian poco o muy poco;*

- *Los procesos de cambios que describen son fundamentalmente destructivos (erosión) y de efectos poco importantes;*

- *Consideran el tiempo como un elemento causal de los cambios geológicos;*

- Entienden que la formación de las montañas es más un proceso del pasado, que de la actualidad o del futuro.

En estas ideas se puede observar un obstáculo esencial que deben superar los estudiantes, que es la visión estática o fijista sobre la historia de la Tierra, ya que los procesos de cambios al no observarlos naturalmente en la actualidad debido a la lentitud con que ocurren, los llevan a pensar en que no siguen ocurriendo en la actualidad.

Para el diseño de la propuesta didáctica es necesario conocer lo que los estudiantes no construyen en la creación del concepto de tiempo geológico, es por esto que autores como Sequeiros (1996) plantea las siguientes dificultades de los estudiantes en torno a la construcción del concepto de tiempo geológico:

- Que no conoce la edad de la Tierra o la cronología aproximada de los principales períodos geológicos.
- Que desconoce los principales pasajes de la historia del Planeta.
- Que no tiene una noción de la duración aproximada que puede requerir un proceso geológico (la formación de una cordillera, apertura de un océano o formación de un karst).
- Que carece de referencias para ubicar las magnitudes temporales usuales en geología (le da igual un millón de años que mil millones de años).
- Que no tiene la noción del, frecuentemente cansino, "ritmo geológico".
- Que no valora el efecto acumulativo de cambios geológicos que a escala humana resultan pequeños.
- Que no ve los cambios geológicos como procesos y, por tanto, o suceden como consecuencia de catástrofes instantáneas o no ocurren.
- Que no sabe diferenciar procesos diacrónicos de sincrónicos.
- Que no sabe establecer una secuencia causal. - O que, como consecuencia de lo anterior, no sabe cómo reconstruir una historia geológica.

Tabla 2.4: Dificultades del Tiempo Geológico (Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos, 1996)

2.4.2 Sub modelo Material Geológico

Uno de los materiales más abundantes y comunes en la Tierra son las rocas. Al observarlas con detención podemos encontrar en algunas, ciertos cristales o minerales que conforman su estructura y determinan su naturaleza y aspecto, esta composición de minerales nos permite conocer el proceso geológico mediante el cual fue creada la roca.

Dentro de los tipos de rocas básicas que podemos encontrar existen tres grandes grupos: las ígneas, sedimentarias y metamórficas, generadas cada una por distintos procesos geológicos, relacionados entre sí.

El primer grupo de rocas son las *Ígneas*, las cuales se forman cuando el magma (proveniente del manto) se enfría y se solidifica. Este magma se genera en distintos niveles del interior de la Tierra, cuando el magma se enfría lentamente en el interior profundo de la corteza, se van formando cristales de distintos minerales. Las rocas que se forman muy por debajo de la superficie se denominan plutónicas, estas rocas las podemos encontrar en el interior de algunas montañas, las cuales pueden ser observadas luego de la elevación y erosión en las superficies, un ejemplo común de roca plutónica es el granito, una roca rica en minerales silicatados y de un color claro, además de ser un constituyente principal de la corteza continental. Las rocas ígneas que se forman en la superficie terrestre se conocen como volcánicas, un ejemplo común de roca volcánica es el basalto, rica en minerales silicatados con contenidos de hierro y magnesio y de un color verdoso, además de ser un constituyente abundante en la corteza oceánica.

El segundo grupo de rocas son las *sedimentarias*, las cuales se acumulan en las capas de la superficie terrestre y se forman a partir de otras rocas por medio de procesos de meteorización. Elementos externos como los vientos o el agua provocan que los materiales meteorizados se transporten y acumulen en capas para luego litificarse (proceso para transformarse en roca sedimentaria) ya sea por compactación (el peso de materiales de los alrededores comprime el material formando una masa densa de rocas) o por cementación (el agua con materiales disueltos se filtra en los espacios de los sedimentos para más adelante adherir los materiales disueltos en los granos de la roca sedimentaria).

Dentro de las rocas sedimentarias podemos encontrar dos grupos, las rocas sedimentarias detríticas y las rocas sedimentarias químicas. El primer grupo está conformado por sedimentos que se transportan como partículas sólidas (sedimentos detríticos) para formar rocas sedimentarias detríticas, algunos ejemplos de este tipo de roca son la lutita y la arenisca, diferenciadas por el tamaño de las partículas que las componen. El segundo grupo está conformado por rocas en las cuales precipitó agua con algún material disuelto y a diferencia de las rocas sedimentarias detríticas, estas no se clasifican por el tamaño de las partículas que las componen, sino que por la composición química de minerales. Un ejemplo de este tipo de rocas es la calcita.

Las rocas sedimentarias abarcan aproximadamente el 5% del volumen terrestre, lo cual tiene lógica, al localizarse en las capas más externas de la Tierra, a pesar de esto, son de una gran importancia para el estudio en geología, porque permiten describir las etapas geológicas

además de contener en algunos casos organismos del pasado fosilizados, muy útiles para el estudio de la geología.

Finalmente, tenemos un **tercer grupo** de rocas, las *metamórficas*, éstas se forman a partir de otras rocas como las sedimentarias, ígneas o incluso otras metamórficas. Estas rocas se producen en condiciones de altas temperaturas y presiones en el manto superior o en la corteza terrestre y ocurre en dos grados: el bajo y el alto. Un ejemplo de metamorfismo de grado bajo es la transformación de lutita a pizarra, diferenciadas por el nivel de compactación que poseen. Dentro del metamorfismo de grado alto encontramos la migmatita, donde debido al alto grado de metamorfismo no es posible determinar la roca madre (protolito) desde donde proviene (Tarbuck y Lutgens, 2005).

Ya habiendo mencionado la clasificación de los distintos tipos de rocas, es necesario destacar los **procesos** para la formación de cada una.

Procesos magmáticos: estos procesos hacen referencia a la formación por medio de solidificación de magmas a materiales terrestres (rocas magmáticas o ígneas), por medio de estos procesos surgen dos grupos de rocas magmáticas: las plutónicas que se forman de la solidificación en las profundidades del interior de la Tierra y de la corteza terrestre, caracterizadas por un enfriamiento lento y por una completa cristalización de sus componentes y un segundo grupo de rocas conocidas como volcánicas, que a diferencia de las plutónicas se forman en la superficie terrestre y se caracterizan por un enfriamiento rápido de magma, además de una cristalización incompleta de sus componentes.

Procesos hidrotermales: estos procesos hacen referencia a la formación de materiales terrestres por medio de la acción de un fluido caliente (más de 50 °C), estos fluidos pueden ser de diversos orígenes, como el magmático, otros liberados en el metamorfismo, otros que proceden de agua atrapada en sedimentos y otros que son aguas superficiales que descienden por medio de zonas permeables y fracturadas, calentándose por efectos del gradiente térmico. Existen dos tipos de rocas que se forman en procesos hidrotermales: las primeras son las rocas metasomáticas que se forman por la interacción entre rocas preexistentes y fluidos hidrotermales (Zharikov et al., 2007) y el segundo tipo de rocas son los depósitos hidrotermales donde incluso se pueden encontrar minerales de interés económico.

Procesos metamórficos: estos procesos hacen referencia a la formación de materiales terrestres por medio de cambios en la composición mineralógica y textural de rocas preexistentes cuando se someten a condiciones de temperatura y presión diferentes a las que habían cuando se formaron. Son procesos que ocurren en zonas profundas de la corteza

terrestre y se pueden diferenciar en dos tipos: metamorfismo regional (asociado a las estructuras internas de las cordilleras) y el metamorfismo térmico.

Meteorización: este proceso es de carácter externo, afectando a minerales y rocas de la superficie terrestre, las cuales interactúan con componentes de la hidrósfera, atmósfera y biosfera, y lleva consigo una diversidad de reacciones minerales, que a su vez pueden provocar tanto destrucción de minerales preexistentes como la formación de nuevos minerales y la alteración de las rocas.

Proceso sedimentario: este proceso junto a la meteorización, erosión y transporte permite la formación de rocas sedimentarias, las cuales se pueden clasificar en tres tipos, detríticas, de precipitación química y biogénicas (Almodóvar, 2013).

¿Cómo reconocer los distintos tipos de rocas?

Si se quiere reconocer una roca, primero es necesario clasificarla en uno de los tres grandes grupos que existen (Ígneas, metamórficas o sedimentarias), es por esto que a continuación se presenta una clasificación de rocas planteada por el proyecto de divulgación científica “Ciudad ciencia” del Consejo superior de investigaciones científicas (CSIC) de España³:

a) Rocas ígneas

Roca homogénea con cristales incluidos		Roca heterogénea formada enteramente por cristales		
Color claro	Color oscuro			
Pumita	Obsidiana	Basalto	Granito	Gabro
-Poco pesada -Muy porosa -Flota en el agua	-Ligera -Sin poros -Aspecto brillante -Con fractura típica de vidrio	-Pesada. -A veces con pequeños cristales visibles de olivino (verde o marrón).	-Granos minerales visibles a simple vista. -De colores claros. -Compuesta por cristales grises, translúcidos de cuarzo asociados a feldspatos (blanco o rosa) y mica negra.	-Granos minerales visibles. -Sólo minerales oscuros (gris, negro y verde).

Tabla 2.5 (a): Características rocas ígneas

³ Clasificación de las rocas <http://www.ciudadciencia.es>

b) Rocas metamórficas

Con láminas			Sin láminas	
Pizarra	Esquisto	Gneis	Mármol	Cuarcita
-Roca oscura. -Sin brillo o brillo mate. -A veces puede contener fósiles.	-Roca brillante -A veces se pueden reconocer micas.	-Esquistosidad menos definida que las anteriores. -Alternancia de bandas claras y oscuras.	-Roca masiva sin estructura definida. -Color blanco. -Produce reacción con ácido clorhídrico. -No raya el vidrio	-Roca masiva sin estructura definida. -Color blanco. -No produce reacción con ácido clorhídrico. -Rayado el vidrio

Tabla 2.5 (b): Características rocas metamórficas

c) Rocas sedimentarias

Formada por fragmentos (detrítica)			
Fragmentos imperceptibles	Los fragmentos se ven a simple vista		
	Conglomerados		
Arcilla	Arenisca	Pudingas	Brechas
-Si se acerca a los labios húmedos se adhiere ligeramente.	-Formada por granos de arena de tamaño menor a 2 mm.	-Fragmentos mayores de 2 mm de forma redondeada.	Fragmentos mayores de 2 mm de forma angulosa.
No formada por fragmentos (no detrítica)			
Carbonáticas	Evaporitas	Rocas organógenas	
Caliza	Salas	Carbón, petróleo	
-De colores claros, gris, blanco, rosados. -Puede contener fósiles. -Hace reacción en contacto con ácido clorhídrico. -Pueden tener origen orgánico.	-De color blanco, incoloro o carne. -Algunas tiene sabor salado, Halita. -Si son blancas y sin sabor son los yesos. -Si son de color carne y sabor amargo, Carnalita o sin sabor, silvina.	-De color negro con zonas brillantes a mates en donde se aprecia en ocasiones la presencia de restos vegetales. -Es blando y mancha de negro las superficies que toca.	

Tabla 2.5 (c): Características rocas sedimentarias

2.4.3 Dinámica externa e interna de la Tierra (Sub modelo de Cambio Geológico)

La dinámica externa de la Tierra comprende la interacción de agentes atmosféricos con la superficie terrestre, es una serie casi infinita de subsistemas en los que la materia se recicla una y otra vez. Un subsistema conocido es el ciclo hidrológico, que contempla la circulación de agua entre hidrosfera, atmósfera, biosfera y la tierra sólida.

Este sistema ocurre gracias a la energía proveniente de dos fuentes, la primera es el Sol, capaz de impulsar procesos externos que tienen lugar en la atmósfera, la hidrosfera y la superficie de la Tierra. La segunda fuente se origina en el interior terrestre con procesos donde el calor es el principal actor, generando terremotos y volcanes.

La zona externa de la Tierra donde ocurren procesos originados por la primera fuente (Sol), está compuesta por la hidrosfera, atmósfera y la biosfera. La hidrósfera es una masa dinámica que continuamente está moviéndose por medio de distintos procesos como la evaporación desde los océanos a la atmósfera, las precipitaciones sobre los suelos y volviendo a los océanos por medio de los ríos. La atmósfera es una capa gaseosa delgada en comparación con la Tierra sólida que proporciona el aire que respiramos, nos protege del intenso calor solar y de las peligrosas radiaciones ultravioletas. Finalmente, la Biosfera contempla la vida en la Tierra, se concentra desde el suelo oceánico hasta la atmósfera, en ella interactúan tanto plantas como animales que dependen del medio ambiente físico para poder vivir.

Para el estudio de la dinámica interna de la Tierra se utilizan estaciones sismográficas que por medio de ondas sísmicas logran el entendimiento de la estructura interna, compuesta por tres capas definidas según su composición química, la corteza, el manto y el núcleo. La corteza es una capa fina, rocosa y divisible en dos tipos, corteza continental y oceánica, la primera tiene un grosor medio de 35 a 40 kilómetros, superando los 70 en zonas montañosas; por otro lado la corteza oceánica tiene alrededor de 7 kilómetros de grosor y está compuesta por rocas ígneas como el basalto. El manto abarca más del 82% de la estructura de la Tierra, se extiende hasta una profundidad de 2900 kilómetros y su límite con la corteza está dado por la diferencia en la composición química, además en él se produce un flujo convectivo capaz de impulsar el movimiento de las placas. Finalmente, el núcleo está compuesto por una aleación de hierro y níquel con bajas cantidades de oxígeno además de silicio y azufre, en él comienza el proceso de creación del campo magnético terrestre (Tarbuck y Lutgens, 2005).

2.4.4 Evolución de la Tierra, los materiales y la energía (Sub modelo Tectónica de Placas)

A principios del siglo XX Alfred Wegener, un meteorólogo y geofísico alemán plantea la idea de que los continentes encajan unos con otros, además de que se encuentran en movimiento sobre la superficie terrestre, estas ideas causaron una gran revolución en la época

estableciendo una estructura básica a la hipótesis de la deriva continental planteada en su libro “El origen de los continentes y los océanos”, donde sugiere que en un pasado existía un supercontinente único denominado Pangea, del griego pan (“todo”) y gea (“Tierra”), el cual comenzó a fracturarse hace unos 200 millones de años en el periodo mesozoico, formando pequeños continentes que derivaron con el paso del tiempo a la posición actual. Para llegar a esta idea, Wegener encontró ciertas evidencias procedentes de fósiles y tipos de rocas que le permitieron conectar continentes, al observar la existencia de mismas formas de vida del mesozoico fosilizadas en tierras tan separadas como lo son África y Sudamérica.

En los sesenta Harry Hess, geólogo estadounidense, plantea la hipótesis de la expansión del fondo oceánico, donde propone que el material que asciende desde el manto se expande lateralmente generando fuerzas tensionales que fracturan la corteza y proporcionan vías de intrusión magmática para generar nuevos fragmentos de corteza oceánica. Hess, además planteaba que “la corriente convectiva del manto provocaba el movimiento de la capa externa de toda la Tierra”, de esta forma propone que la parte horizontal de la corriente convectiva del manto transporta los continentes.

En la década de 1960 algunos geólogos creían en las teorías de la deriva continental y la expansión del fondo oceánico, mientras que otros sugerían que la Tierra como planeta se estaba expandiendo y debido a esto se fragmentaban las masas de tierra. Para solucionar esta problemática y complementar el modelo, John Tuzo Wilson, un geólogo y geofísico canadiense, publicó un artículo en 1965 que permitió unificar las teorías, sentando la base para la teoría de la tectónica de placas.

El modelo de la tectónica de placas plantea un manto superior junto con una corteza que se comportan como una capa rígida y fuerte llamada litosfera, la cual está rota en fragmentos conocidos como placas. Existen siete placas principales: la Norteamericana, Sudamericana, del Pacífico, Africana, Euroasiática, Australiana y Antártica. La mayor de estas placas es la del Pacífico que abarca una gran porción del océano pacífico, mientras que la mayoría de las placas grandes incluyen continentes completos junto con extensiones de suelo oceánico. Además de estas placas principales, podemos encontrar placas medianas como las placas Caribeña, de Nazca, Filipina, Arábica, de Cocos, de Scotia y Juan de Fuca.

Por último, los roces entre las placas litosféricas de la Tierra, generan terremotos, crean volcanes y deforman grandes masas de roca en las montañas.

2.5 Ideas claves del Sub modelo de Material Geológico

Como nuestra propuesta apunta al uso del Sub modelo Material Geológico de Márquez (2012), es necesario tener ciertas ideas claves a desarrollar en cada clase, estas ideas claves fueron elaboradas por una comisión de sociedades científicas y organizaciones en el documento Alfabetización en ciencias de la Tierra; de las seleccionamos tres referidas a este sub modelo, presentadas y descritas a continuación:

Idea clave 1: “Las rocas sedimentarias suponen el principal archivo de la historia geológica y del desarrollo de la vida en la Tierra”.

Como parte de nuestra propuesta, la primera clase está enfocada en fósiles, estos se encuentran en rocas sedimentarias constituidas por estratos como unidad básica, donde cada estrato se superpone a otro con el paso del tiempo, haciendo que los estratos ubicados en la parte inferior sean los más antiguos y en la parte superior los más jóvenes. Las rocas sedimentarias constituyen un registro de las formas de vida que han existido durante el tiempo geológico (fósiles) y de los cambios que ha experimentado la Tierra.

En el programa de estudio de Séptimo básico se trata la temática del ciclo y los tipos de rocas, sin embargo a pesar de la estrecha relación que existe entre las rocas de tipo sedimentario y los fósiles, estos últimos no son abordados, es por esto que en nuestra propuesta tratamos en primera instancia los fósiles, ya que constituyen el principal medio para conocer las formas de vida que habitaron la Tierra.

Idea clave 2: “Los materiales terrestres se originan y modifican a través de procesos cíclicos”

Los materiales terrestres son la segunda temática que trataremos en nuestra propuesta didáctica, donde veremos que estos se originan y sufren modificaciones por medio de procesos geológicos cíclicos como la erosión, meteorización, sedimentación, entre otros. Estos procesos pueden ser internos o externos y cambian las condiciones físico-químicas en que se encuentran los materiales terrestres, llegando a ser pequeños o grandes cambios, continuos o episódicos y graduales o catastróficos.

En el programa de estudio de Séptimo básico se plantea en el OA 11 “Crear modelos que expliquen el ciclo de las rocas, la formación y modificación de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, en función de la temperatura, la presión y la erosión”. Básicamente, es lo mismo que plantea la idea clave 2, por lo que estaríamos abordando el programa de estudio en este aspecto.

Idea clave 3: “La escala de tiempo geológico constituye el marco temporal en el que se ubica la evolución histórica de la Tierra”

La escala de tiempo geológico es un concepto transversal en cada una de las propuestas de clase por lo que está interiorizada en cada una, sin embargo, en nuestra propuesta el tiempo geológico será tratado también en una de las clases de forma más exhaustiva debido a la importancia que tiene.

El tiempo geológico proporciona una referencia para la representación temporal de distintos procesos, materiales geológicos y formas de vida, permitiendo establecer divisiones y subdivisiones que quedan registradas en las rocas sedimentarias.

Ahora que ya se ha descrito el sustento teórico de nuestra propuesta, dando a conocer un poco más sobre el concepto de tiempo geológico, su importancia y lo que responde el Sub modelo de Material Geológico, describiremos la importancia de la metodología empleada, destacando su principal enfoque.

2.6 Prácticas científicas

Actualmente, una de las formas utilizadas para favorecer el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias son las llamadas prácticas científicas, las cuales tienen como objetivo que los/as estudiantes produzcan, evalúen y comuniquen sus conocimientos. Esto se fundamenta en una perspectiva que considera a la ciencia como una práctica social y que por tanto busca que los alumnos tomen conciencia de que forman parte de ella, y pongan así su conocimiento en acción (Crujeiras y Jiménez, 2012).

Dentro de estas prácticas científicas, donde los/as estudiantes deben participar; encontramos la evaluación de ideas según pruebas dadas, es decir, toman parte en la argumentación; también proponen explicaciones o modelos para trabajar, los cuales posteriormente evalúan, es decir, producen conocimiento; y finalmente tenemos la escritura y discusión sobre temas científicos, donde comunican el conocimiento. (Jiménez, 2011, cit. en Crujeiras y Jiménez 2012). Complementando lo anterior, Osborne (2014) expone 8 prácticas científicas, publicadas en el Marco para la Educación Científica K-12, en el año 2012, por el Consejo Nacional de Investigación de EE.UU. (National Research Council), donde se destacan:

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS (National Research Council, 2012)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hacer preguntas y definir problemas 2. Desarrollo y uso de modelos 3. Planificación y realización de investigaciones 4. Análisis e interpretación de datos 5. Uso del pensamiento matemático y computacional 6. Construcción de explicaciones y diseño de soluciones 7. Participar en argumentos a partir de pruebas 8. Obtener, evaluar y comunicar información

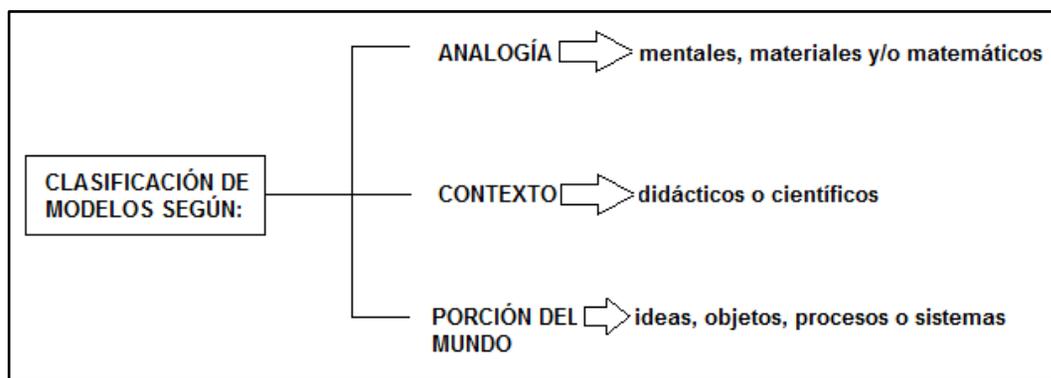
Tabla 2.6: Prácticas científicas (Osborne, 2014)

La Tabla 2.6, sintetiza lo expuesto anteriormente por Jiménez (2011) y permite evidenciar en el punto 2, que el **desarrollo y uso de modelos** es una práctica científica, en la cual nos centraremos y llamaremos de ahora en adelante *modelización*.

Antes de describir las etapas de esta práctica científica, definiremos el término modelo y su enfoque.

2.6.1 Modelización

La palabra modelo podemos encontrarla en nuestro día a día y desde que somos pequeños, por ejemplo vemos modelos en la televisión, en concursos de belleza, en las revistas, vemos a niños jugar con miniaturas e incluso vemos modelos en los museos; pero qué significa “modelo”. Varios autores han expresado sus definiciones, donde para la mayoría de ellos este término corresponde a la mediación entre realidad y teoría a través de un instrumento (Morrison y Morgan, 1999 cit. en Justi, 2006), sin embargo, la forma más sencilla de definir la palabra modelo, la entrega Justi (2006) como la representación concreta de una “cosa”, idea, sistema o acontecimiento. A su vez, Chamizo (2010) expresa que los modelos son “*representaciones basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo, con un objetivo específico*”. Este último autor, clasifica los modelos en tres categorías:



Fuente: elaboración propia
Ilustración 2.8: Clasificación de los modelos (Chamizo, 2010)

Como nuestro principal interés apunta a la enseñanza de una ciencia, diremos que nuestro modelo corresponderá a un modelo científico, en este aspecto y para el desarrollo de este Seminario de Grado, utilizaremos la definición que Schwartz y otros (2009) dan sobre un modelo científico, el cual expresa como una “*representación que abstrae y simplifica un sistema (o idea), centrándose en las características claves para explicar y predecir fenómenos científicos*” (Schwartz, Reiser, Fortus, Shwartz, Acher, Davis, Kenyon y Hug)

Según investigaciones realizadas por Justi y otros (2011), el uso de modelos en la construcción de la ciencia, juega un papel fundamental, ya que se dice que la producción de modelos y el uso de éstos es precisamente una característica de la ciencia (Gilbert y Boulter 1998, cit. en Justi y otros, 2011).

Dicho esto, diremos que el proceso de modelización (como práctica científica), consiste en enseñar la ciencia basándose en actividades que permitan la construcción de modelos, con el propósito de expresar, evaluar y aplicar la representación de un sistema o idea en la vida cotidiana.

Referido a esto, Acher (2014) menciona que, involucrar a los/as estudiantes en la participación de auténticas prácticas de modelización científica, en las salas de clase, de manera opuesta a la enseñanza tradicional, favorece la interacción y los ayuda a entender el conocimiento desde las ideas medulares de la disciplina hasta el cómo éstas se construyen y evalúan. Sin embargo, destaca que esta práctica no es común en la enseñanza media y superior, y mucho menos en la enseñanza básica y parvularia, por lo que podríamos decir que trabajar con prácticas de modelización plantea varios desafíos, tanto para estudiantes como para profesores/as.

También se hace necesario mencionar el manejo de esta nueva práctica tanto en el proceso de aprendizaje de los alumnos como en el de enseñanza de los profesores, por lo que se vuelve indispensable una formación previa de los docentes respecto al conocimiento de los modelos en

la ciencia y al proceso de modelación. Aunque en este último, es posible percibir cierta resistencia por parte del profesorado a nuevas metodologías y estrategias de enseñanza, ya que se encuentran cómodos utilizando métodos tradicionales, costándoles salir de sus paradigmas (Justi y otros, 2011).

En cuanto al proceso de modelación, Schwartz (2009) destaca la importancia que tiene que los/as estudiantes comprendan el rol de los modelos, entiendan cómo usarlos, por qué se usan y cuáles son sus fortalezas y limitaciones, para apreciar así el funcionamiento de la ciencia y la naturaleza dinámica del conocimiento que la ciencia produce.

Complementando esto, Schwartz (2009) describe cuatro elementos claves para la práctica de modelización:

- Los/as estudiantes construyen modelos consistentes con evidencias y teorías anteriores para ilustrar, explicar o predecir fenómenos.
- Los/as estudiantes usan modelos para ilustrar, explicar y predecir fenómenos
- Los/as estudiantes comparan y evalúan la capacidad de diferentes modelos para representar con precisión los patrones en los fenómenos y para predecir nuevos fenómenos.
- Los/as estudiantes revisan modelos para aumentar su poder explicativo y predictivo, teniendo en cuenta evidencia adicional o aspectos de un fenómeno.

Con sustento en esta anterior descripción, Garrido (2016), define 6 etapas de la modelización:

1. **Sentir la necesidad de un modelo:** se presenta un fenómeno a explorar, donde los/as estudiantes realizan sus primeras predicciones, frente a una pregunta que requiere explicación.
2. **Expresar y utilizar el modelo:** de manera individual, cada estudiante expresa su modelo inicial a utilizar para responder al fenómeno en cuestión.
3. **Evaluar el modelo:** los/as estudiantes ponen a prueba el modelo de manera empírica, profundizan la exploración del fenómeno, facilitando la obtención de pruebas y/o resultados.
4. **Revisar el modelo:** los/as estudiantes consideran nuevos puntos de vista que resulten un aporte para el modelo inicial.
5. **Consensuar el modelo:** se realiza una puesta en común entre los modelos de los/as estudiantes, para lograr consensuar un modelo general.
6. **Aplicar el modelo a nuevos fenómenos:** adaptar el modelo final para aplicarlo a nuevas situaciones.

Estos elementos pueden considerarse como tareas de modelización, tomando en cuenta que no son una estructura fija a seguir. Es decir, los/as estudiantes pueden comparar y evaluar "*modelos candidatos*" al mismo tiempo que intentar revisar el modelo que ya están utilizando.

En resumen, podemos decir que estos elementos constituyen una base para promover la modelización en el aula, examinarla y desarrollar soluciones creativas con las cuales los/as estudiantes se involucren gradualmente en prácticas científicas (Acher, 2014).

III. DISEÑO DE LA PROPUESTA

En este capítulo, se mostrará el diseño de la propuesta didáctica para este Seminario de Grado, con sus respectivas clases y enfoques.

3.1 Descripción de la propuesta

La secuencia didáctica contempla el diseño de material de trabajo para estudiantes y las guías del docente correspondientes a cada actividad. El Texto del estudiante, estima que la Lección 8 correspondiente a “Dinámica terrestre”, tiene una duración aproximada de 16 horas pedagógicas (distribuidas en 4 semanas), lo que significa la planificación de 8 clases presenciales, aproximadamente. En este Seminario de Grado, como solo abordamos el **OA 11** correspondiente a rocas, diseñamos una secuencia didáctica para la realización de las 3 primeras clases de la unidad, ya que consideramos pertinente entregar los contenidos desde una mirada a micro escala para concluir con fenómenos a gran escala. Este OA junto a los indicadores de evaluación que expresa el programa, y que se esperan satisfacer con la propuesta, se detallan a continuación:

Objetivo de Aprendizaje	Indicadores de evaluación (IE)
11: <i>Crear modelos que expliquen el ciclo de las rocas, la formación y modificación de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, en función de la temperatura, la presión y la erosión.</i>	17: Describen los principales tipos de rocas que conforman la litósfera. 18: Crean un modelo que explique el ciclo de las rocas. 19: Crean un modelo que les permita explicar el proceso de formación de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. 20: Explican por medio de un modelo, cómo se relaciona la temperatura, la presión y la erosión en el proceso de formación de rocas. 21: Explican las consecuencias del ciclo de las rocas en la evolución del planeta. 22: Analizan y evalúan sus modelos ajustándolos para perfeccionar sus explicaciones.

Tabla 3.1: OA 11 e IE según el Texto del docente (Séptimo básico)

En el próximo apartado, describiremos la secuencia didáctica, indicando sus respectivas pautas de evaluación, la metodología utilizada en cada propuesta, detallando paso a paso su estructura y justificación. La descripción de cada guía de trabajo será expresada según las 6 etapas de la modelización, descritas en el Capítulo II, formuladas por Garrido (2016).

3.1.1 Guía primera clase “Lo que nos cuentan las rocas”

La primera clase presencial en la secuencia didáctica de la propuesta, tiene contemplado ser desarrollada en dos horas pedagógicas. La idea clave que se trabajará en esta clase corresponde a la *Idea 1* descrita en el Capítulo II: “Las rocas sedimentarias suponen el principal archivo de la historia geológica y del desarrollo de la vida en la Tierra”. Se espera que los/as

estudiantes logren comprender la formación geológica de un fósil (como proceso y dicho concepto como archivo histórico, es decir, aquella huella que demuestra la existencia de un ser vivo en un tiempo pasado).

Plan general de trabajo

<p>INICIO</p>	<p><u>Actividad:</u> (Uso de guía). En primera instancia se invita a los/as estudiantes a formar grupos de trabajo (no más de 4 integrantes), donde con la ayuda del docente y a partir de la observación de imágenes, los/as estudiantes deberán identificar las huellas de seres vivos que quedaron con el paso del tiempo.</p> <p><u>Objetivo:</u> Los/as estudiantes se familiarizan con las huellas que dejan algunos seres vivos en las rocas.</p>
<p>DESARROLLO</p>	<p><u>Actividad:</u> (Uso de guía). Utilización de materiales para reconstruir el proceso de fosilización y uso de aplicación para revisar el modelo expresado sobre fósiles.</p> <p><u>Objetivo:</u> Expresar y construir un modelo que permita identificar el proceso de formación de fósiles, evaluarlo mediante la experiencia y posteriormente revisarlo.</p>
<p>CIERRE</p>	<p><u>Actividad:</u> (Uso de guía). Formalización del proceso de fosilización mediante retroalimentación con el grupo curso, para una posterior aplicación de los conceptos (según estime conveniente el docente).</p> <p><u>Objetivo:</u> Consensuar el modelo mediante la puesta en común con el curso y aplicar dicho modelo a una situación particular.</p>

Tabla 3.2 (a): Plan de trabajo Guía 1

(Ver Apéndice: Guía 1 “Lo que nos cuentan las rocas”)

En el inicio de la clase, el docente invita a los/as estudiantes a formar grupos con la intención de discutir e inferir las respuestas a las preguntas de la primera sección de la guía. En esta sección, la intención principal es que se reconozca la *necesidad de un modelo* que permita explicar las imágenes mostradas. El docente se encargará de guiar la discusión, de modo que todos/as los/as estudiantes realicen sus explicaciones intentando responder al fenómeno observado.

1. Las siguientes imágenes fueron tomadas en el Cajón del Maipo, ubicado en la zona precordillerana de Santiago (RM). En ellas puedes ver huellas muy particulares que dejaron conchas marinas en algunas de estas rocas.



Fuente: Zona Cajón del Maipo Región Metropolitana /Diario La Terraza 2013)

Comenten en grupo:

- ¿Cómo piensan que llegaron ahí esas huellas?
- ¿Hace cuánto tiempo que la concha está así?
- Estas huellas, ¿siempre son de animales?
- ¿Qué otra cosa piensan que dejan huellas?
- ¿Dónde las encontramos?

Ilustración 3.1: Guía 1, *necesidad del modelo*

En el desarrollo de la clase, los/as estudiantes trabajarán en la construcción de un modelo donde, en base a sus ideas previas, deberán contestar y esquematizar la formación de fósiles (si no surge la palabra fósil de los/as estudiantes, se recomienda trabajar con el término “huellas” de seres vivos en el tiempo). La guía, al ser desarrollada según las etapas de la modelización, abarca en esta sección la *expresión del modelo*, su *evaluación* en forma empírica y la *revisión* de éste. Por este motivo es necesario que, previo a la evaluación del modelo, se formalice el concepto de fósil para la posterior realización de una experiencia, donde reconstruirán el proceso de fosilización. En esta etapa (evaluar el modelo), es esencial que el/la estudiante logre realizar tres razonamientos después de la actividad, donde se destacan la observación del proceso, la interpretación de los pasos y finalmente su explicación. Luego de esta explicación, el docente da paso a la revisión del modelo, donde por medio de recursos audiovisuales (uso de TICs) mostrará a los/as estudiantes, de manera animada, la fosilización de un pez y una hoja (cabe destacar la importancia que tiene que el docente enfatice que el concepto de fósil corresponde a la huella dejada por un ser vivo, y no a un ser vivo “atrapado” al interior de una roca).

4. Observa con atención el video que mostrará el profesor/a y luego explica a continuación, con tus palabras, lo que ocurre en cada imagen de acuerdo al proceso de fosilización ([Video Proceso de Fosilización](#))

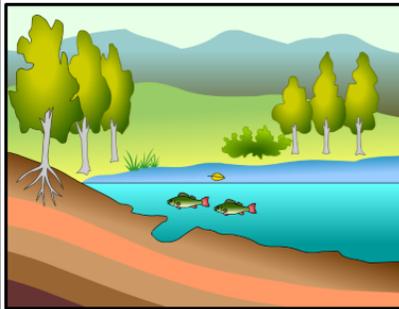


Ilustración 3.2 : Guía 1, *revisar el modelo*

Prácticamente no hay un solo ámbito de la vida humana que no se haya visto impactada por el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación: la salud, la economía, los mercados laborales, el gobierno, la productividad industrial, la educación.

Es por esto que en el desarrollo de esta propuesta didáctica se integra el uso de las TICs mediante manipulativos virtuales, ya que se considera fundamental su uso respecto de una visión de desafío pedagógico en su incorporación al aula y en el currículo escolar, además de ser puestas al servicio de los docentes y el alumnado para fortalecer su íntegro desarrollo.

Finalmente, en el cierre de la clase, se busca consensuar el modelo, por lo que el docente debe guiar nuevamente la actividad, haciendo que los/as estudiantes revisen y comparen con sus compañeros la explicación que dieron al proceso de fosilización en la etapa de evaluación. Luego de llegar a un consenso, el docente solicitará la puesta en común con el grupo curso formalizando totalmente los conceptos tratados. Para finalizar el desarrollo de la guía, se plantea una sexta actividad correspondiente a la etapa de *aplicación del modelo*, la cual tiene como propósito que los/as estudiantes logren argumentar sobre la información que entregaría un fósil encontrado en el patio de su colegio, esto desde los conceptos tratados en el transcurso de la clase (se deja a criterio del profesor que la actividad se desarrolle en la misma clase o quede como actividad para la casa).

Es necesario destacar que el diseño del material didáctico, posee cohesión y cada clase está relacionada con las otras. En esta primera guía, la idea clave expresa que las rocas sedimentarias son el principal archivo histórico, pero en ningún momento se menciona el término de roca sedimentaria, ya que ésta será definida en el desarrollo de la segunda guía, donde se esperará que los/as estudiantes logren vincular dicha roca con la formación de un fósil.

3.1.2 Guía segunda clase “Jugando a ser geólogos”

La segunda clase de la propuesta, tiene contemplado ser desarrollada en dos horas pedagógicas. Al ser parte de una secuencia, va de la mano con la guía 1 “*Lo que nos cuentan las rocas*”, como se mencionó anteriormente. Esta segunda guía, comienza con la clasificación de rocas y finaliza con los procesos que se llevan a cabo en el “ciclo de las rocas”.

Plan general de trabajo

INICIO	<u>Actividad:</u> (Uso de guía). En primera instancia se invita a los/as estudiantes a responder mediante la observación de paisajes, las preguntas relacionadas con tipos de rocas, identificando con cada paisaje un tipo de roca, presentes en la misma guía (etapa 2: expresar el modelo).
---------------	--

	<u>Objetivo:</u> Dar a conocer a los/as estudiantes que las rocas se pueden clasificar en distintos tipos.
DESARROLLO	<u>Actividad:</u> (Uso de guía): Desarrollo de las etapas de construir un modelo, evaluar el modelo y revisar el modelo. <u>Objetivo:</u> Construir un modelo de tipos de rocas por medio de imágenes para luego evaluarlo con un experimento y revisarlo en actividades propuestas.
CIERRE	<u>Actividad:</u> (Uso de guía): Formalización de conceptos relacionados con rocas, por medio de la retroalimentación con el curso con ayuda del docente, para luego aplicar los contenidos en un manipulativo virtual. <u>Objetivo:</u> Consensuar el modelo mediante la puesta en común con el curso y aplicarlo a manipulativo virtual.

Tabla 3.2 (b): Plan de trabajo guía clase 2

(Ver Apéndice: Guía 2 “Jugando a ser geólogos”)

En el inicio de la clase, el docente debe guiar a sus estudiantes a responder de manera intuitiva el tipo de roca presente en imágenes, a cada paisaje propuesto en la necesidad del modelo. Se espera que los/as estudiantes logren identificar similitudes y diferencias en los distintos tipos de rocas, para introducir la clasificación de éstas.

En la segunda sección, se pretende que el/la estudiante exprese su modelo, y responda las preguntas en base a sus ideas previas, por lo que el docente definirá los tres tipos de rocas (ígneas, sedimentarias y metamórficas), para que posteriormente puedan deducir el proceso cíclico que las forma.

2. De los paisajes anteriores se extrajeron distintos tipos de rocas, en base a esto responde las siguientes preguntas:

a) ¿Son todas iguales?, ¿Describe la forma, color y textura en el espacio bajo cada roca?

1) Mármol	2) Ignimbrita	3) Lidita
		
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Ilustración 3.3: Guía 2, expresar el modelo

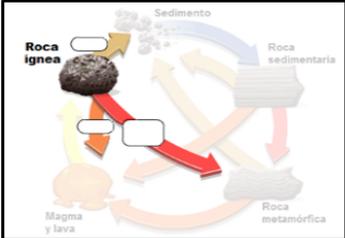
A continuación, surge la necesidad de *evaluar el modelo* formado por los/as estudiantes por medio de una experiencia de laboratorio, en la cual el/la estudiante podrá complementarse con

sus pares y responder en base al modelo formado anteriormente, en esta etapa el docente trabaja como guía, apoyando a los grupos de estudiantes en las dudas que puedan surgir. Para dar por finalizada esta segunda sección, se plantea la revisión del modelo y esto se hace por medio de la formalización de los contenidos, el/la estudiante contestará las preguntas de esta etapa procurando relacionarlas con la experiencia de laboratorio.

Al término de la clase, se busca consensuar el modelo. El docente debe guiar completamente la actividad, haciendo que los/as estudiantes revisen y comparen con sus compañeros las respuestas que dieron en la revisión de sus modelos. Luego de llegar al consenso, el docente solicitará la puesta en común con el grupo curso formalizando totalmente los conceptos tratados. Finalmente la modelización plantea la aplicación del modelo, y esto se hace por medio de un manipulativo virtual, los/as estudiantes luego de observarlo, deberán contestar en base a las observaciones y el modelo construido.

6. Observa con atención el recurso que mostrará tu profesor/a y luego explica en qué consiste cada uno de los procesos de la formación de rocas, sedimento y lava. (Recurso) <http://www.lessonpaths.com/learn/i/rock-cycle/rock-cycle-flash-interactive-1>

a) Las **rocas ígneas** se forman del magma o la lava



Describe los procesos por medio de los cuales se forma el sedimento, la roca metamórfica y el Magma a partir de una roca ígnea.

Ilustración 3.4: Guía 2, aplicar el modelo

En esta clase, el objetivo principal de la guía es “clasificar las rocas según su formación”, el cual busca desarrollar la idea clave: “Los materiales terrestres se originan y modifican a través de procesos cíclicos (ciclo de las rocas)”.

Dicha idea clave (con su respectivo objetivo), está estrechamente relacionada con los indicadores de evaluación 17, 18, 19 y 20, expresados en la Tabla 3.1.

3.1.3 Guía tercera clase “¿Cuántos años tiene la Tierra?”

La tercera y última clase presencial de la propuesta, tiene contemplado ser desarrollada en dos horas pedagógicas, y al igual que la guía anterior, está ligada a las guías 1 y 2, en las cuales, de forma transversal e implícita, se ha trabajado con el concepto de tiempo geológico. En esta guía se aborda el concepto (tiempo geológico) de forma explícita y se espera que los/as estudiantes logren construirlo mediante una serie de actividades propuestas.

Plan general de trabajo

INICIO	<p><u>Actividad:</u> (Uso de guía) Al comenzar la clase, el docente señala la importancia del tiempo geológico en las guías anteriores, señalando que se trabajará de una forma más directa. El docente facilitará la guía a los/as estudiantes para realizar la primera etapa de modelización (necesidad de un modelo) esto se hace por medio de la lectura y análisis de una noticia.</p> <p><u>Objetivo:</u> Observar por medio de una noticia el paso del tiempo geológico, evidenciando la antigüedad del planeta Tierra.</p>
DESARROLLO	<p><u>Actividad:</u> (Uso de guía) Los/as estudiantes desarrollan las etapas de construir un modelo, evaluar el modelo y revisar el modelo, mediante diversas actividades.</p> <p><u>Objetivo:</u> Construir un modelo de tiempo geológico utilizando la información entregada por la noticia, donde sean capaces de ubicar en un calendario geológico varios hechos históricos claves en la historia de la Tierra.</p>
CIERRE	<p><u>Actividad:</u> (Uso de guía) Los/as estudiantes formalizan el contenido de tiempo geológico por medio de retroalimentación con el curso, para su posterior aplicación.</p> <p><u>Objetivo:</u> Consensuar el modelo mediante la puesta en común con el curso y aplicarlo de manera individual en la actividad propuesta.</p>

Tabla 3.2 (c): Plan de trabajo guía clase 3

(Ver Apéndice: Guía 3 “Jugando a ser geólogos”)

Respecto al comienzo de la tercera clase, el docente señala la importancia del tiempo geológico destacando que en las guías anteriores fue un tema que se trató de manera implícita. Luego, invita a los/as estudiantes a leer una noticia con la intención de que reflexionen en base a una pregunta, a la que pueden responder frente al curso si el docente así lo estima conveniente.

En el desarrollo de la clase, los/as estudiantes trabajarán en la construcción de un modelo, donde en base a sus ideas previas y la lectura anterior deberán contestar un par de preguntas, de manera individual, refiriéndose a lo poco común que resulta encontrar rocas de una edad relativamente cercana a la de la formación del planeta Tierra. Luego de que cada estudiante exprese su modelo de tiempo, es necesario evaluarlo por medio de la reconstrucción de la historia en un calendario geológico, cabe destacar que anteriormente el/la estudiante infiere la ubicación en una línea de tiempo de tres sucesos (roca recién descubierta descrita en la noticia, extinción de los dinosaurios y aparición del hombre), de modo que en esta actividad cada fecha de acontecimientos importantes está señalada para su ubicación en un calendario. Para esto

el/la estudiante, por medio de proporciones, deberá dimensionar la ubicación de cada acontecimiento y responder preguntas que le permitirán al docente guiar la discusión y formalizar conceptos claves.

3. Reconstruyendo la historia en un “calendario geológico”
 Vamos a hacer un viaje por la historia de la Tierra para situar en la Escala Geológica de los Tiempos el momento en que se produjeron una serie de hechos geológicos y biológicos importantes. Recuerda que debes utilizar proporciones entre los millones de años señalados y los 365 días de un año, para luego ubicar los eventos en el calendario que se adjunta en la página final de ésta guía.

A continuación te presentamos los acontecimientos que deberás localizar en tu calendario geológico:

- Formación de la Tierra : hace 4.500 m.a.
- Se desarrolla vida primitiva : hace 3800 m.a.
- Primeros organismos con concha : hace 530 m.a.
- Primeras plantas : hace 417 m.a.
- Primeros mamíferos : hace 210 m.a.
- Primeros dinosaurios : hace 206 m.a.
- Extinción de los dinosaurios : hace 65 m.a.
- Aparición del homo sapiens sapiens : hace 5517 años = 0,005517 m.a
- Primeras civilizaciones : hace 525 años = 0,000525 m.a
- Descubrimiento de América

(m.a. = millones de años)

Para realizar la conversión utiliza:

$$\frac{\text{años a convertir (m.a)}}{4.500 \text{ (m.a.)}} = \frac{X \text{ (días)}}{365 \text{ (días)}} \rightarrow X = \frac{\text{años a convertir (m.a.)} \cdot 365 \text{ (días)}}{4.500 \text{ (m.a.)}}$$

Ilustración 3.5: Guía 3, aplicar el modelo

Para finalizar el desarrollo de la clase, se debe revisar el modelo y esto se logra luego de presentar a los/as estudiantes un manipulativo virtual, (el cual pueden trabajar de manera individual en una sala de computación o bien, el docente puede llevar a la sala de clases y proyectarlo en su computador, en caso de no contar con el inmueble en el establecimiento), con el cual deberán responder determinadas preguntas.



Ilustración 3.6: Guía 3 revisar el modelo

Para dar término a la clase, se consensua el modelo. El docente debe guiar completamente la actividad, haciendo que los/as estudiantes revisen y comparen con sus compañeros de puesto las respuestas de la sección anterior donde se revisó el modelo. Luego de llegar al consenso el

docente solicitará la puesta en común con el grupo curso, formalizando totalmente los conceptos tratados. Finalmente se plantea una actividad donde los/as estudiantes sean capaces de aplicar el modelo consensuado a distintas situaciones expresadas en imágenes, esperando con esto que los/as estudiantes logren responder en base a los contenidos visto a lo largo de la secuencia diseñada.

Como síntesis de lo anteriormente descrito, podemos evidenciar en la siguiente ilustración un resumen del aporte que significa el diseño de la secuencia didáctica. Observamos 3 clases relacionadas entre sí, la primera de ellas aborda contenidos referidos a rocas, principalmente su significado como huella del pasado y su proceso de formación. La segunda clase, tiene como propósito descubrir jugando los tipos de rocas y el proceso cíclico con el cual se forma cada tipo. La tercera clase, engloba las clases anteriores, desde los procesos geológicos, enfatizando la importancia que tiene el desarrollo del "tiempo geológico" el cual podemos observar de manera transversal a las 3 clases (y por tanto, 3 guías). Es evidente que la metodología utilizada en el diseño de cada guía, es compartida a través de la modelización.

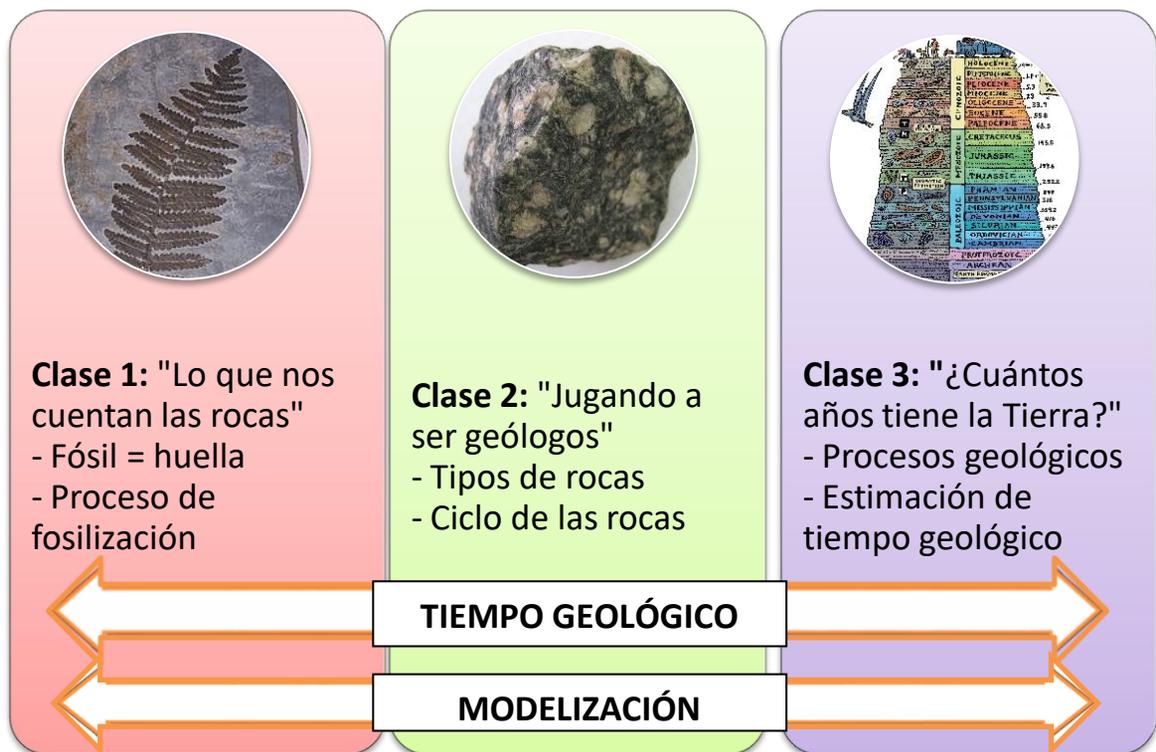


Ilustración 3.7: Resumen diseño secuencia didáctica

3.2 Diseño encuesta de validación

Una vez finalizado el diseño de la propuesta, éste fue revisado por 5 validadores expertos, con el propósito de corregir y sugerir mejoras. Dicha propuesta, se validó por medio de la elaboración de una encuesta basada en la escala de percepción tipo Likert (Ver Apéndice: Encuesta de validación). Este instrumento de validación, es bastante simple, ya que contempla un conjunto de respuestas que se utilizan como indicadores de una variable subyacente, en nuestro caso la aceptación. Por esto, es necesario que las propiedades de estos indicadores estén bien definidas y correspondan a las propiedades que se puedan suponer y que pertenecen a la variable. En otras palabras, es necesario cuidar que el instrumento mida realmente lo que tenga que medir. La escala de percepción tipo Likert es comúnmente utilizada, ya que es fácil de elaborar, posee altos niveles de confiabilidad y requiere de la construcción de pocos ítems a diferencia de otros instrumentos más extensos, que logran los mismos resultados (Ospina, 2003).

El instrumento diseñado y entregado a los validadores expertos posee los siguientes cinco indicadores:

- **5:** Completamente de acuerdo
- **4:** De acuerdo
- **3:** Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- **2:** En desacuerdo
- **1:** Completamente en desacuerdo

Los expertos encuestados son 5 profesores titulados en ciencias con más de 10 años de experiencia en aulas (pertenecientes a colegios de todas las dependencias administrativas y un docente de educación superior), a quienes se les detalla en un comienzo, el curso al cual están destinadas las guías y en qué consiste la metodología implementada. La encuesta consta de tres ítems: el primero corresponde al diseño del material, el segundo apunta a la metodología utilizada y finalmente un recuadro de observaciones en caso de que los validadores deseen agregar comentarios.

Finalmente, en la encuesta de validación correspondiente a la tercera guía, se les pregunta a los docentes si lograron encontrar la idea de tiempo geológico a lo largo de las tres guías, esto debido a que en el Seminario de Grado estamos trabajando con el Sub modelo de Material Geológico propuesto por Márquez (2012), quien plantea el concepto de tiempo geológico de manera transversal al Modelo Geológico completo.

A continuación, indicaremos las afirmaciones creadas para los ítems de diseño y metodología, utilizadas en la encuesta. Posteriormente presentaremos la interpretación de los resultados.

PRIMER ÍTEM: DISEÑO
<p>1: La presentación de la guía es llamativa y estimula al estudiante a trabajar en ella</p> <p>2: Los títulos utilizados tanto en el inicio de la guía como en cada etapa son coherentes con la actividad</p> <p>3: La guía puede ser desarrollada en un tiempo de dos horas pedagógicas</p> <p>4: La redacción de la guía es clara y comprensible para séptimo básico</p> <p>5: La información presentada es concordante con el tema abordado</p> <p>6: El espacio asignado a cada respuesta es apropiado para su desarrollo</p> <p>7: El tamaño y tipo de letra utilizado es apropiado para facilitar la lectura de la guía</p> <p>8: Las indicaciones generales son claras y de fácil comprensión</p> <p>9: Las preguntas poseen una dificultad apropiada para séptimo básico</p> <p>10: Las actividades propuestas son de fácil implementación en el aula</p> <p>11: La guía del docente es adecuada y permite guiar el óptimo desarrollo de la clase.</p>

Tabla 3.3 (a): Afirmaciones Encuesta de validación. Ítem Diseño

SEGUNDO ÍTEM: METODOLOGÍA
<p>1: La parte 1 de la guía permite realizar la “Necesidad del modelo” establecida en la metodología.</p> <p>2: La parte 2 de la guía permite realizar el “Expresar del modelo” establecido en la metodología.</p> <p>3: La parte 3 de la guía permite realizar la “Evaluación del modelo” establecida en la metodología.</p> <p>4: La parte 4 de la guía permite realizar la “Revisión del modelo” establecida en la metodología.</p> <p>5: La parte 5 de la guía permite realizar el “Consenso del modelo” establecido en la metodología.</p> <p>6: La parte 6 de la guía permite realizar la “Aplicación del modelo” establecida en la metodología.</p> <p>7: Las actividades propuestas cumplen con el desarrollo de las ideas claves.</p> <p>8: Los recursos virtuales son apropiados para el tema tratado.</p>

Tabla 3.3 (b): Afirmaciones Encuesta de validación. Ítem Metodología

En el capítulo siguiente presentaremos los resultados de la validación y la justificación de la refinación realizada.

IV. RESULTADOS

4.1 Validación por expertos

Luego de recibir las validaciones por expertos, procedimos a interpretar los resultados de acuerdo al porcentaje de aceptación en cada afirmación (sea éste de acuerdo o en desacuerdo). Para esto, realizamos los siguientes pasos:

- Consideramos que si el indicador de los 5 validadores expertos es el máximo por afirmación (5: “Completamente de acuerdo”), tendríamos un 100% de aceptación en dicha afirmación.
- En base a esto, asignamos un 20% a cada indicador; el cual nos permitirá estimar el porcentaje de aceptación (4: “De acuerdo” y 5: “Completamente de acuerdo”), de indiferencia (3: “Ni de acuerdo ni en desacuerdo”) y de desaprobación (2: “En desacuerdo” y 1: “Completamente en desacuerdo”), en cada afirmación e ítem.
- Una vez obtenidos los porcentajes, construimos gráficos de barras para el diseño y la metodología en cada guía, considerando como datos el número de afirmación (coordenada “x”) y el porcentaje obtenido (coordenada “y”), diferenciando con colores la aceptación de la desaprobación.
- Luego de la construcción de los gráficos de diseño y metodología, se resumió el resultado por guía en un gráfico circular.
- Finalmente, expresamos mediante un gráfico circular la validación total de la secuencia didáctica.

Cabe destacar que, en las afirmaciones donde los indicadores son 0%, los datos no serán considerados al momento de graficar.

A continuación presentamos los gráficos de cada guía, su correspondiente interpretación y las principales observaciones realizadas por los expertos validadores, las cuales fueron evaluadas para refinar nuestra propuesta:

- Interpretación resultados Guía 1: “Lo que nos cuentan las rocas”

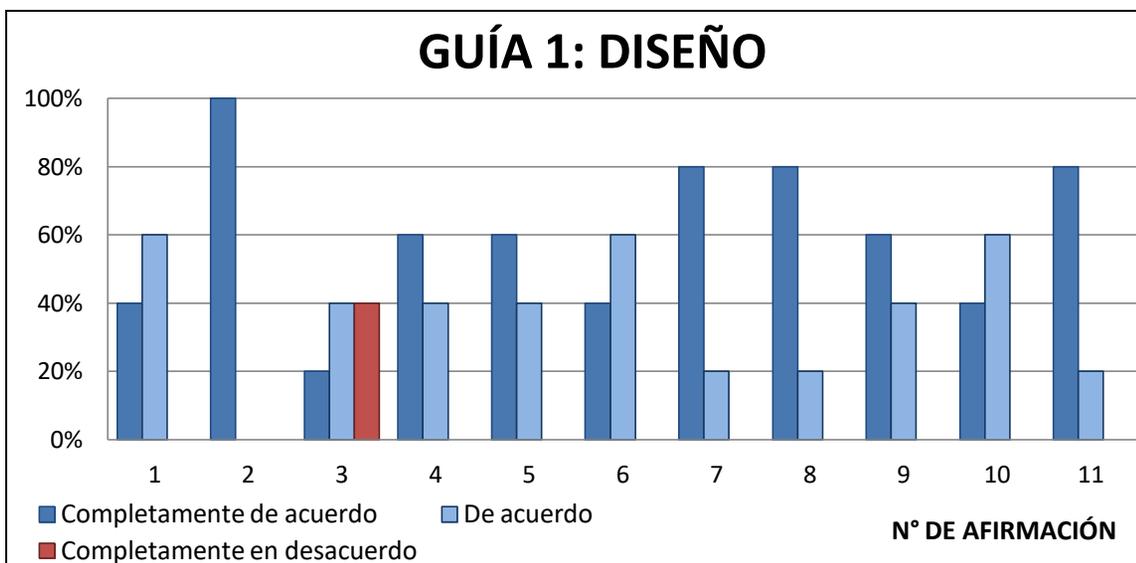


Ilustración 4.1: Gráfico resultados validación ítem diseño en Guía 1 (Elaboración propia)

Este primer gráfico, nos muestra que 10 de 11 afirmaciones obtuvieron un 100% de aceptación (considerando los indicadores 4: “De acuerdo” y 5: “Completamente de acuerdo”), a excepción de la afirmación número 3 (“La guía puede ser desarrollada en un tiempo de dos horas pedagógicas”) que sólo obtuvo un 60% de aceptación, siendo la única afirmación donde el 40% de los encuestados estuvo “completamente en desacuerdo”. Lo cual significa que el tiempo de implementación no es considerado óptimo para el desarrollo de esta guía, lo que lo convierte en un factor de observación para mejorar este aspecto de la propuesta.

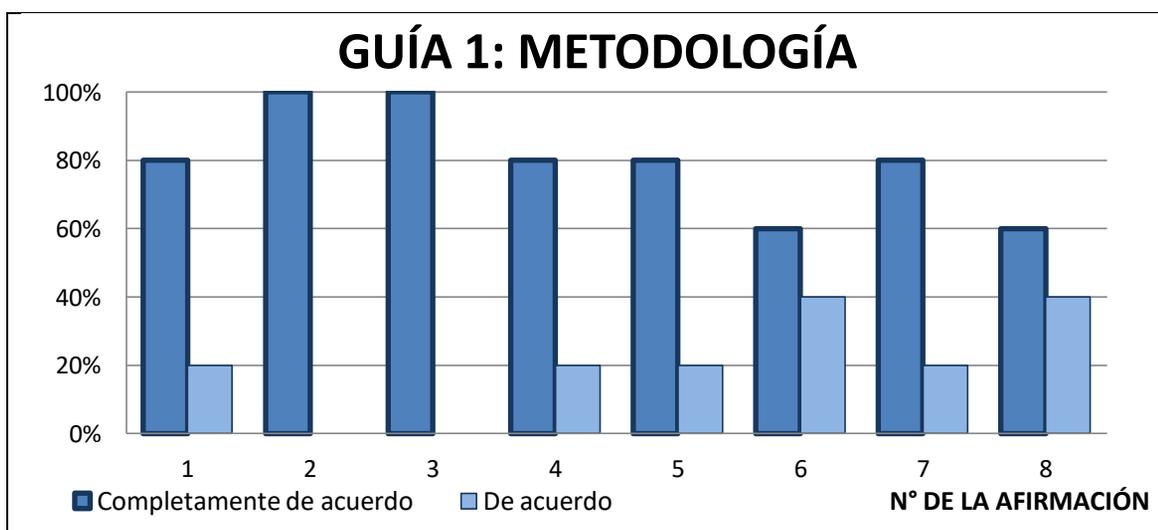


Ilustración 4.2: Gráfico resultados ítem metodología en Guía 1 (Elaboración propia)

Respecto a la metodología, podemos apreciar que el porcentaje de aceptación en las 8 afirmaciones corresponde a un 100%, lo cual nos permite interpretar que el planteamiento de las etapas de la modelización es óptimo para su desarrollo.

A estos resultados, agregamos el ítem de observaciones realizadas por los expertos (E), las cuales en esta primera guía fueron:

E.1	Sin observaciones.
E.2	<i>“-Sería más entretenido con una salida a terreno para verificar lo mencionado”.</i>
E.3	<i>“- En un colegio es difícil trabajar con guías en color (presupuesto). - Agregaría objetivos explícitos en la guía. - A cada parte le asignaría un tiempo, explicitándolo en la guía”.</i>
E.4	<i>“- Creo de gran interés para los niños, observar los objetos que existen en el suelo y subsuelo, y poder leer lo que nos indiquen”.</i>
E.5	<i>“-Etapa 1: La primera parte de motivación creo que es muy breve tal vez sería bueno aprovechar la noticia de las imágenes, una frase llamativa de la noticia, un dato de la noticia. -En cuantos a la pregunta: ¿hace cuánto tiempo que la concha está en el lugar? Cambiaría la segunda pregunta por “ubicarla en el sitio de materiales”. -Etapa 6: En aplicar el modelo agregaría varias imágenes de diferentes fósiles. - En cuanto a la idea clave “las rocas sedimentarias suponen el principal archivo de la historia geológica y del desarrollo de la vida en la Tierra”, me faltó dentro de la guía qué son las rocas sedimentarias, hablar de su composición. -Considero que la guía 1 se desarrollará en 3 horas considerando el tiempo de construir un fósil y el nivel de 7 básico”.</i>

Tabla 4.1: Observaciones realizadas por validadores expertos (Guía 1)

Con respecto a las observaciones, podemos inferir al igual que en el primer gráfico, que los comentarios y sugerencias recaen principalmente en la guía en términos de diseño, optimización de ésta respecto a los tiempos de trabajo y a la duración de la guía en su totalidad. También son evidentes las observaciones del experto “E.5”, con respecto a las etapas de la modelización, donde expresa un par de mejoras para las etapas 1 y 6 del modelo. Todas estas observaciones en conjunto con los indicadores obtenidos en cada guía, serán analizados y consensuados respecto a cuáles considerar para la refinación final de nuestro material.

A modo de resumen, en el siguiente gráfico es posible evidenciar que la primera guía obtuvo un porcentaje de aceptación de 98% entre diseño (48%) y metodología (50%). El porcentaje de desaprobación resultó ser de un 2% correspondiente a la afirmación 3 del ítem de diseño.

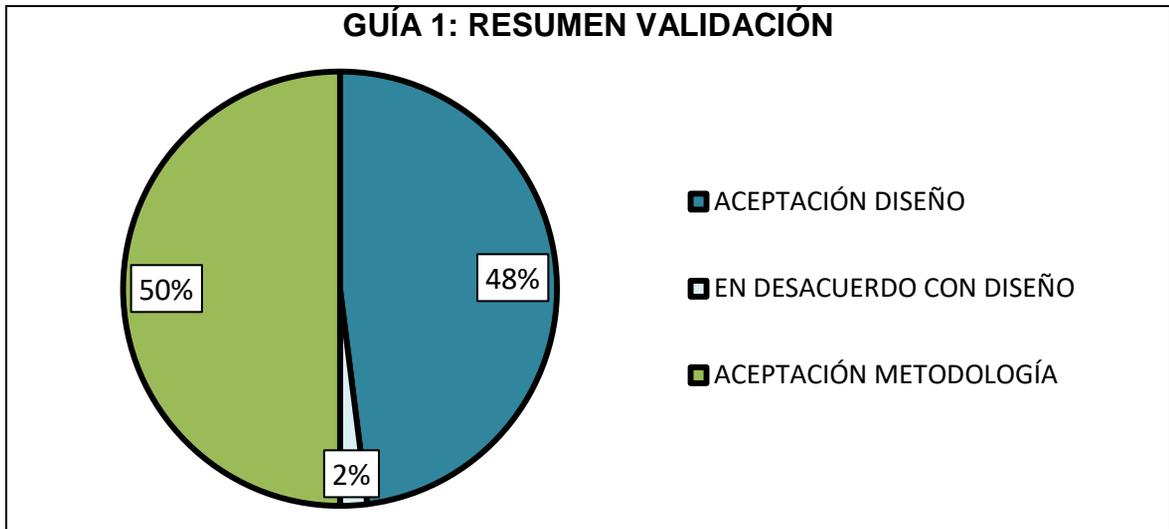


Ilustración 4.3: Gráfico resumen de resultados validación Guía 1 (Elaboración propia)

Realizamos a continuación el mismo análisis para las guías restantes:

- **Interpretación resultados Guía 2: “Jugando a ser geólogos”**

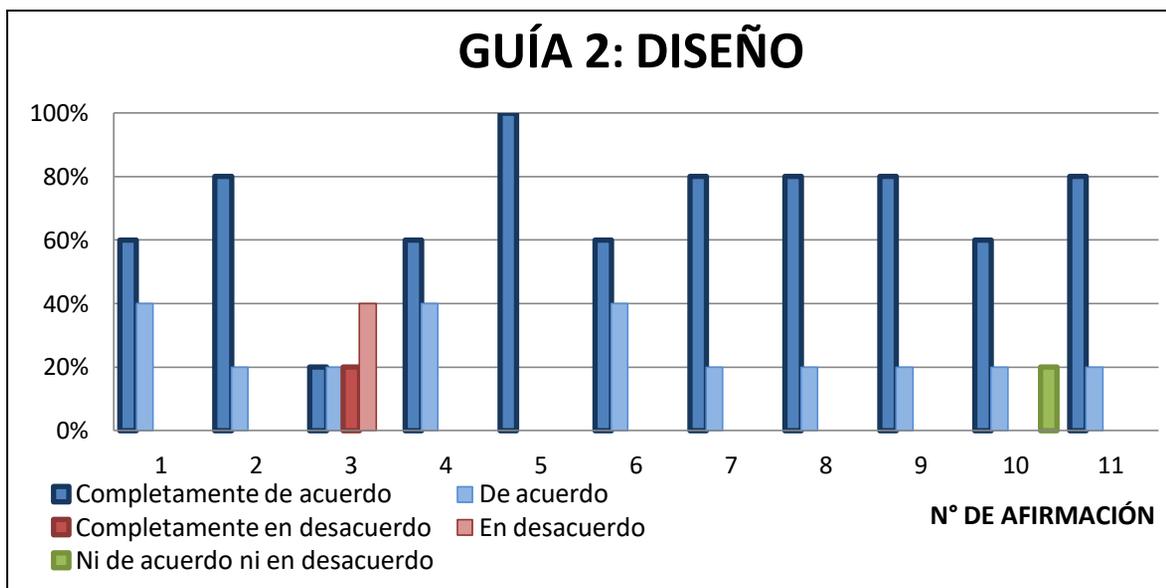


Ilustración 4.4: Gráfico resultados validación ítem diseño en Guía 2 (Elaboración propia)

En el segundo gráfico, podemos ver que 9 de 11 afirmaciones obtuvieron un 100% de aceptación, a excepción de la afirmación número 3 (“La guía puede ser desarrollada en un tiempo de dos horas pedagógicas”) que esta vez obtuvo un 40% de aceptación y un 60% de desaprobación. También podemos notar que la afirmación número 10 (“Las actividades propuestas son de fácil implementación en el aula”) obtuvo un 80% de aceptación, y presentó un porcentaje de indiferencia de 20%. En este caso, podemos interpretar que nuevamente el

tiempo de implementación no es considerado óptimo y que a juzgar por su bajo porcentaje de aceptación y su porcentaje de desaprobación, es algo que debe ser revisado al momento de realizar las mejoras a la propuesta. Respecto a la afirmación 10, podemos complementar esta información con el siguiente gráfico:

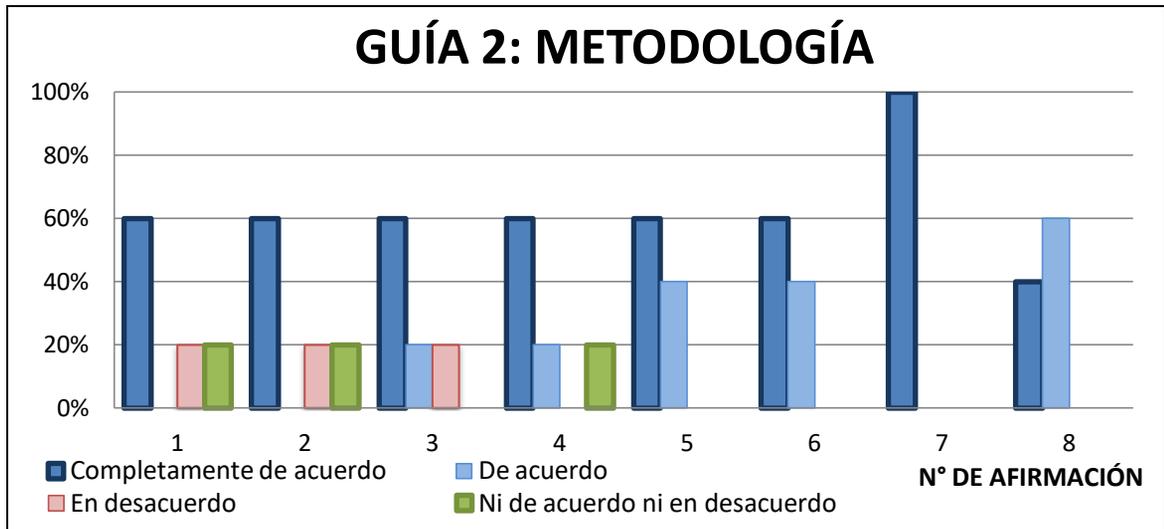


Ilustración 4.5: Gráfico resultados ítem metodología en Guía 2 (Elaboración propia)

Respecto a la metodología, las afirmaciones 1, 2, 3, 4 (referidas a las primeras 4 etapas de la modelización), obtuvieron un porcentaje de aceptación menor o igual a 80%, a diferencia de las demás afirmaciones que fueron aceptadas en su totalidad. Dentro de estas, las afirmaciones 1, 2 y 3 presentaron un 20% de desaprobación, mientras que la 1, 2 y 4 presentaron un 20% de indiferencia. Esto nos permite evidenciar que hay una estrecha relación con la afirmación 10 del gráfico anterior, ya que al existir un menor porcentaje de aceptación y un determinado porcentaje de desaprobación respecto al diseño de las primeras etapas de la modelización, es coherente pensar que la implementación del material en el aula no será de fácil realización. Junto a las observaciones descritas a continuación es necesario evaluar todos aquellos resultados y considerar la refinación de esta segunda guía.

Las observaciones realizadas por los expertos, en esta segunda guía fueron:

E.1	<p><i>“-Parte 1: Creo que las imágenes no permiten contestar de forma correcta las preguntas. -Creo que la pregunta d) no la podrían contestar, ya que aún no tienen todos los antecedentes. -¿Podrían asociar un tipo de roca con los paisajes observados? -Parte 2: ¿No sería mejor tener muestras de los tipos de rocas para que puedan describir? -Parte 3: Me quedan dudas si el modelo será el ideal para revisar el ciclo de las rocas”.</i></p>
E.2	<p><i>“-Los recursos virtuales impresos no son muy claros”.</i></p>

E.3	<p><i>“-Mismas observaciones guía 1 -Sugiero agregar glosario científico en las guías. -Sugiero descargar recursos virtuales y montarlos en un servidor propio, ya que no pude acceder a todo”.</i></p>
E.4	<p><i>“-Los diagramas para enfatizar los distintos tipos de rocas deben ser más nítidos. -Interesante la propuesta”.</i></p>
E.5	<p><i>“-Cambiaría el orden de las guías, comenzaría con la guía 2 “rocas” para continuar con la guía 1 “fósil”, creo que tiene más sentido comenzar a explicar la composición de las rocas, los diferentes tipos para luego pasar a la formación de fósiles. -1: En la necesidad de un modelo desarrollaría más o inventaría una historia. -2: Faltó en la pregunta “¿son todas iguales?” el ¿Por qué? -En cuanto al recurso virtual, está en inglés por lo cual el profesor debería ir acompañando la explicación. Sería interesante aquí sugerir un trabajo interdisciplinario con inglés. -3: Evaluar el modelo, solo como sugerencia sería bueno un video donde explique cómo se realiza el pan en vez de que ellos realicen el proceso en la sala y que solo traigan el pan. En cuanto al tiempo lo modificaría para 3 a 4 horas considerando que son estudiantes de 7 básico, y son muchos pasos a seguir.</i></p>

Tabla 4.2: Observaciones realizadas por validadores expertos (Guía 2)

En esta oportunidad, la guía dos recibió muchas más observaciones y sugerencias que la guía anterior, especialmente en términos de implementación. Respecto al diseño, se menciona la dificultad de trabajar el material cuando no se cuenta con los recursos para la impresión a color o con una sala de computación donde se pueda acceder con todos los/as estudiantes y trabajar un manipulativo virtual. A esto sumamos que nuevamente el tiempo estimado para el desarrollo de la guía es muy extenso, por lo que los validadores no consideran viable desarrollar la guía en dos horas pedagógicas. Ahora bien, si analizamos los resultados en términos de metodología, encontramos sugerencias para mejorar algunas etapas de la modelización lo cual es coherente con lo arrojado por los gráficos anteriores. Una vez más, estas observaciones nos ayudarán a consensuar las mejoras para refinar nuestra propuesta.

A modo de resumen, el siguiente gráfico nos muestra que la segunda guía obtuvo un porcentaje de aceptación de 88% entre diseño (46%) y metodología (42%). El porcentaje de desaprobación resultó ser de un 7% (3% para el ítem de diseño y de un 4% para la metodología), y además se obtuvo un 5% de indiferencia entre el ítem de diseño (1%) y metodología (4%).

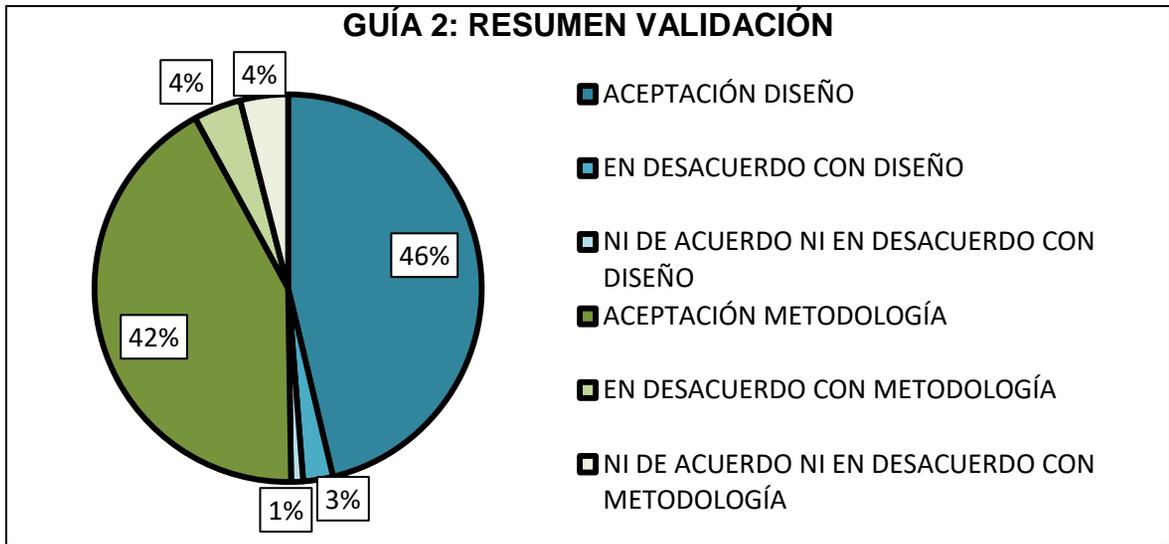


Ilustración 4.6: Gráfico resumen de resultados validación Guía 2 (Elaboración propia)

Finalmente, los resultados obtenidos para la guía 3 son:

- **Interpretación resultados Guía 3: “¿Cuántos años tiene la Tierra?”**

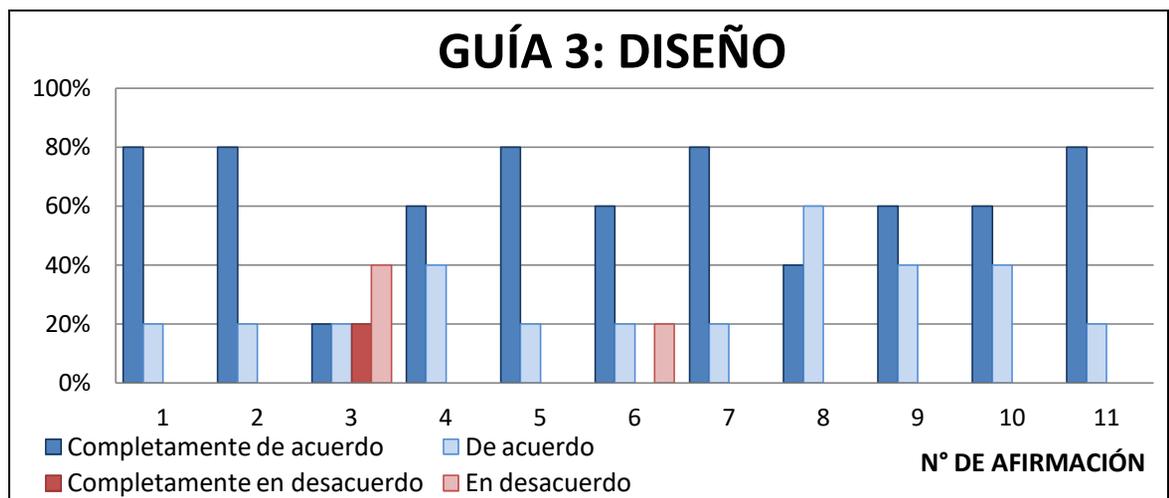


Ilustración 4.7: Gráfico resultados validación Ítem diseño en Guía 3 (Elaboración propia)

En la tercera y última guía de la propuesta, podemos ver que 9 de 11 afirmaciones obtuvieron un 100% de aceptación. La afirmación número 3 (*“La guía puede ser desarrollada en un tiempo de dos horas pedagógicas”*) obtuvo un 40% de aceptación y un 60% de desaprobación, mientras que la afirmación número 6 (*“El espacio asignado a cada respuesta es apropiado para su desarrollo”*) obtuvo un 80% de aceptación y un 20% de desaprobación. En este caso, podemos afirmar que una vez más el tiempo de implementación no es considerado óptimo y que a juzgar por su porcentaje de desaprobación, es algo que debe ser revisado al momento de

realizar las mejoras a la propuesta. En cuanto a la afirmación 6, podemos complementar la información que nos otorga con el siguiente gráfico.

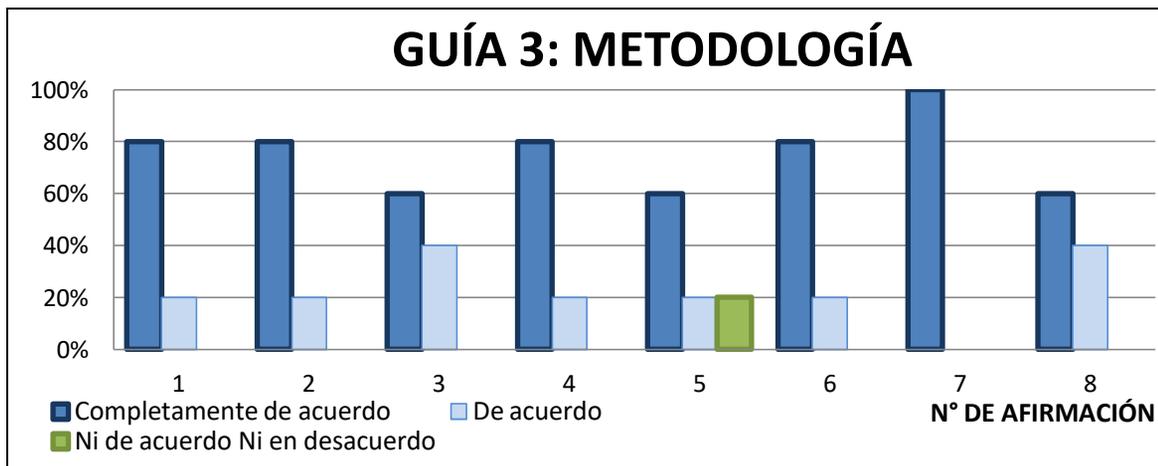


Ilustración 4.8: Gráfico resultados ítem metodología en Guía 3 (Elaboración propia)

Respecto a la metodología, 7 de 8 afirmaciones tuvieron un 100% de aceptación, la afirmación 5, correspondiente al consenso del modelo, tiene un porcentaje de 20% de indiferencia y un 80% de aceptación. Es necesario considerar también las observaciones aportadas por los validadores y revisar los resultados en pos de mejorar nuestra propuesta final.

Las principales observaciones realizadas por los expertos para esta guía fueron:

E.1	<i>“-Creo que es demasiado para dos horas pedagógicas, pensando en un trabajo que permita ir realizando una retroalimentación constante”.</i>
E.2	<i>“-Se puede reconocer mediante hallazgos arqueológicos la antigüedad de la Tierra y las etapas de evolución”.</i>
E.3	<i>“1: Mismas observaciones anteriores 2: Mejorar espacio de trabajo dentro de las guías 3: El tiempo de dos horas pedagógicas es irreal para estas guías”.</i>
E.4	<i>“-Debería darse una pequeña explicación de cómo medir el tiempo geológico -Debería enfatizar las diferencias de meteorización por agua, viento y nieve, especialmente en guía docente; es probable que los niños pregunten”.</i>
E.5	<i>“-En evaluar el modelo: creo que la explicación de los cálculos no está clara falta más detalles. - En cuanto al recurso virtual, está en inglés por lo cual el profesor debería ir acompañando la explicación o sería interesante aquí sugerir un trabajo interdisciplinario con inglés. - Como mencioné anteriormente cambiaría el orden de las guías 2-3-1 o 3-2-1, pero siempre dejando al final fósil.</i>

- En cuanto al tiempo, lo modificaría para 3 a 4 horas considerando que son estudiantes de 7 básico y son muchos pasos a seguir”.

Tabla 4.3: Observaciones realizadas por validadores expertos (Guía 3)

En esta última guía, las observaciones en general apuntan a la optimización en términos de diseño y cómo potenciar las actividades planteadas en determinadas etapas de la modelización. Cabe destacar que al ser una secuencia didáctica, tanto las guías del estudiante, como las guías para el docente, se encuentran estrechamente relacionadas, por lo que el docente debe trabajarlas en conjunto, de manera dependiente unas de otras, para que se logre evidenciar el concepto de tiempo geológico presente de forma transversal y de este modo que los/as estudiantes logren comprender la importancia que tienen estos conceptos para las ciencias de la Tierra.

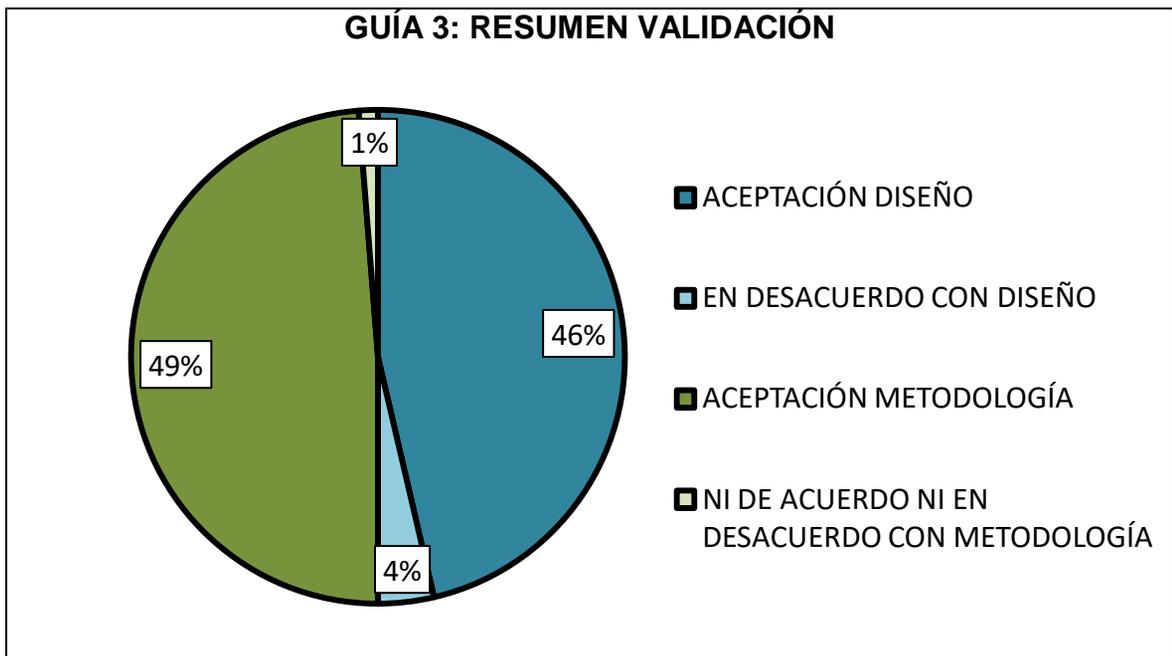


Ilustración 4.9: Gráfico resumen de resultados validación Guía 3 (Elaboración propia)

Resumiendo los resultados obtenidos en esta última guía, podemos ver que el porcentaje de aceptación es de un 95% entre diseño (46%) y metodología (49%). El porcentaje de desaprobación de esta guía fue de un 5% (4% para el ítem de diseño, correspondiente a la afirmaciones 3 y 6, mientras que con respecto a la metodología el porcentaje de desaprobación fue de un 1%, correspondiente a las afirmación 5).

Por último, para interpretar la totalidad de los resultados obtenidos en esta secuencia didáctica, presentamos el siguiente gráfico:

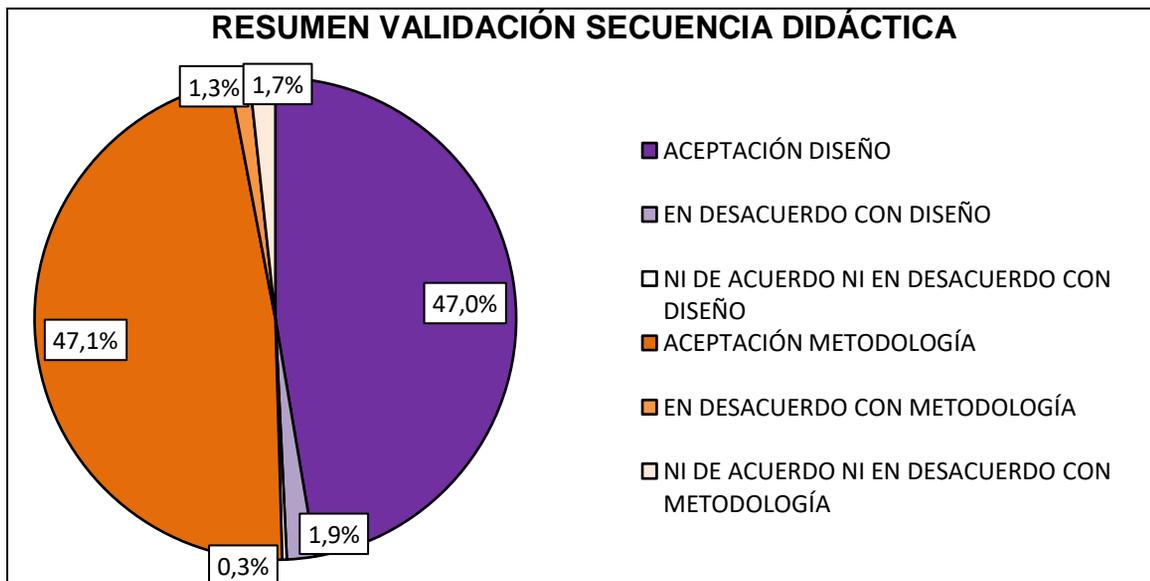


Ilustración 4.10: Gráfico resumen resultados validación Secuencia didáctica (Elaboración propia)

Resumiendo los datos obtenidos en la validación por expertos, podemos ver en el gráfico anterior que, la secuencia obtuvo un **94,1% de aceptación** (47,1% en metodología y un 47% en diseño), un **3,2% de desaprobación** (1,9% en diseño y 1,3% en metodología) y un **1,9% de indiferencia** (1,3% en metodología y 0,3% en diseño). Tomando en cuenta estos resultados junto con las observaciones realizadas por los expertos validadores, es que en el apartado siguiente presentamos aquellas sugerencias que consideramos pertinentes tener en cuenta para la refinación del material y llegar así a la propuesta final adjunta en el apéndice.

4.2 Refinación

Cuando vemos un material didáctico llamativo, con una buena organización y entrega de contenidos, ordenado y coherente con la clase, es claro y su implementación es óptima, no nos ponemos a pensar en todo el trabajo que detrás de él hay. Sin embargo, no basta con diseñar material, sino que es de gran importancia validar dichos instrumentos mediante diversos métodos. Uno de ellos fue el presentado en el apartado anterior, validación por expertos, existen otros como encuestas, implementaciones en aula, etc., pero todos tienen algo en común, luego de estas revisiones, cualesquiera sean, es necesario revisar nuevamente el material y realizar ajustes o simplemente modificaciones. Estos cambios son claves al momento de entregar una propuesta final. A continuación, presentaremos las principales modificaciones realizadas a nuestra propuesta en base a la validación recientemente detallada.

4.2.1 Cambios de la propuesta

Dentro de las observaciones realizadas por los validadores expertos, hemos decidido considerar la modificación, en pos de mejorar: de la optimización de tiempo de trabajo, el diseño de las guías y el material docente. En las páginas siguientes presentamos los principales cambios de la propuesta:

GUÍA DEL ESTUDIANTE

ÍTEM DISEÑO

1. Respecto a los objetivos: Consideramos que agregar los objetivos específicos en la guía del estudiante, ayuda a evaluar constantemente el cumplimiento de éstos al término de ella, y familiariza a los/as estudiantes con metas y propósitos por conseguir.

ANTES

GUÍA 1: “Lo que nos cuentan las rocas”

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. Las siguientes imágenes fueron tomadas en el Cajón del Maipo, ubicado en la zona precordillerana de Santiago (RM). En ellas puedes ver huellas muy particulares que dejaron conchas marinas en algunas de estas rocas.

Ilustración 4.11 (a): Guía estudiante antes de cambio respecto a objetivos

DESPUÉS

GUÍA 1: “Lo que nos cuentan las rocas”

Objetivos:

- Comprender la formación geológica (proceso).
- Entender la huella que deja un ser vivo en las rocas como archivo histórico.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. Las siguientes imágenes fueron tomadas en el Cajón del Maipo, ubicado en la zona precordillerana de Santiago (RM). En ellas puedes ver huellas muy particulares que dejaron conchas marinas en algunas de estas rocas.

Ilustración 4.11 (b): Guía estudiante después de cambio respecto a objetivos

2. Respecto al espacio: consideramos mejorar y aumentar el espacio destinado a responder cada pregunta en cuanto a su interlineado.

ANTES

Luego de observar el procedimiento y el dibujo que realizaste, responde:

a. ¿Cómo quedó la arcilla / plastilina en el fondo del vaso?, ¿por qué crees que quedó de esta manera?

2) Interpretando el procedimiento:

a. ¿Qué rol cumplieron la concha, la harina y las piedras?

Ilustración 4.12 (a): Guía estudiante antes de cambio respecto a espacio (Guía 1)

DESPUÉS

Luego de observar el procedimiento y el dibujo que realizaste, responde:

a. ¿Cómo quedó la arcilla / plastilina en el fondo del vaso?, ¿por qué crees que quedó de esta manera?

2) Interpretando el procedimiento:

a. ¿Qué rol cumplieron la concha, la harina y las piedras?

Ilustración 4.12 (b): Guía estudiante después de cambio respecto a espacio (Guía 1)

3. Respecto a las imágenes: mejoramos las imágenes, con el propósito de facilitar la comprensión de las actividades cuando el recurso no pueda ser impreso en color (paisajes rotulados, mejor resolución, pero cabe destacar que este cambio no se aprecia muy bien a continuación)

ANTES

1. (NECESIDAD DE UN MODELO) **Observa las imágenes y responde de manera individual:**

a) **¿Son todas iguales? Dibuja a continuación cada una y descríbelas brevemente abajo**

		
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

Ilustración 4.13 (a): Guía estudiante antes de cambio respecto a imágenes (Guía 2)

DESPUÉS

1. Los siguientes son paisajes de Chile, en cada uno hay un tipo especial de roca, obsérvalos y luego comenta en grupo las siguientes preguntas:

<p>Volcán Villarrica, Región de los Ríos, Chile</p>  <p>1</p>	<p>Río Aconcagua, Región de Valparaíso, Chile</p>  <p>2</p>
<p>Capilla de Mármol, Región de Aysén, Chile</p>  <p>3</p>	<p>Quebrada el hielo, Región de Atacama, Chile</p>  <p>4</p>

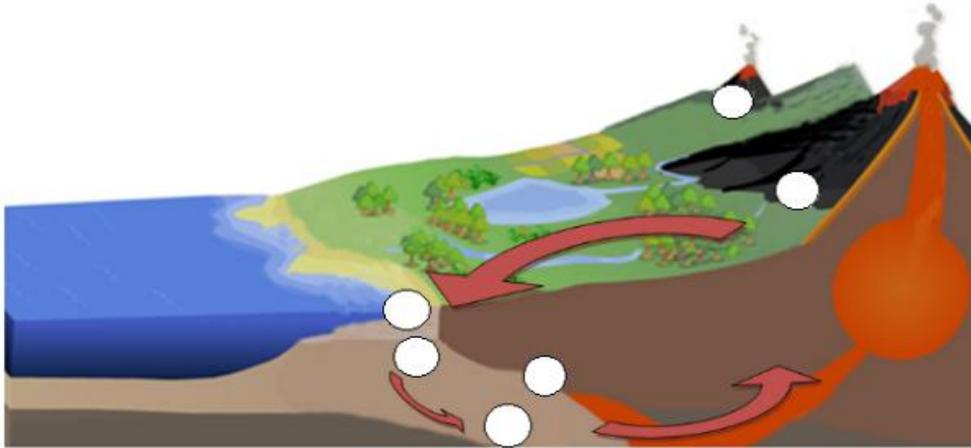
Ilustración 4.13 (b): Guía estudiante después de cambio respecto a imágenes (Guía 2)

ÍTEM METODOLOGÍA

1. Respecto al *expresar el modelo*: eliminamos la pregunta d) en la guía 2 (*Rocas*), debido a que los tipos de rocas no siempre dependen del lugar en que se encuentran.

ANTES

d) En el siguiente paisaje escribe los números que correspondan a los lugares donde piensas que se pueden encontrar las rocas de las imágenes anteriores.



e) ¿De qué manera afecta el lugar donde están las rocas, con respecto a sus características?

Ilustración 4.14 (a): Guía estudiante antes de cambio expresar el modelo (Guía 2)

DESPUÉS

c) Lee las características que anotaste de cada roca e indica en el siguiente recuadro, el número de aquellas que tienen características similares y cuáles son éstas.

--

d) ¿De qué manera afecta el lugar donde están las rocas, con respecto a sus características?

3. Las rocas que observaste anteriormente tienen ciertas diferencias, sin embargo es posible conectarlas por medio de procesos dentro del “ciclo de las rocas”. A continuación formen grupos de 4 personas para el desarrollo de la siguiente actividad:

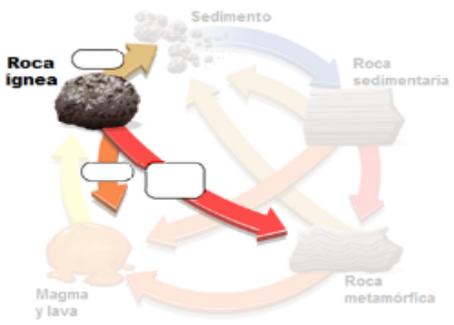
Ilustración 4.14 (b): Guía estudiante después de cambio expresar el modelo (Guía 2)

2. Respecto al *revisar el modelo (guía 1 y 3) y aplicar el modelo (guía 2)*: se modificó el enunciado de estas etapas, indicando que para facilitar el acceso a los recursos virtuales, se ha dispuesto la utilización de códigos QR (Quick response= código de respuesta rápida), que, al ser escaneados por una aplicación de lectura de este tipo, llevan al material web citado de forma directa, versus la escritura de un link de página web corta, que toma más tiempo en ser escrito en ser utilizado. Los celulares modernos traen aplicaciones de lectura de códigos QR incorporadas o pueden ser fácilmente descargadas desde las tiendas de aplicaciones de forma gratuita.

ANTES

6. APLICAR EL MODELO Observa con atención el recurso que mostrará tu profesor/a y luego explica en qué consiste cada uno de los procesos de la formación de rocas, sedimento y lava. (Recurso) <http://www.lessonpaths.com/learn/i/rock-cycle/rock-cycle-flash-interactive-1>

Las rocas ígneas se forman del magma o la lava



Describe los procesos por medio de los cuales se forma el sedimento, la roca metamórfica y el Magma a partir de una roca ígnea.

Ilustración 4.15 (a): Guía estudiante después de cambio aplicar el modelo (Guía 2)

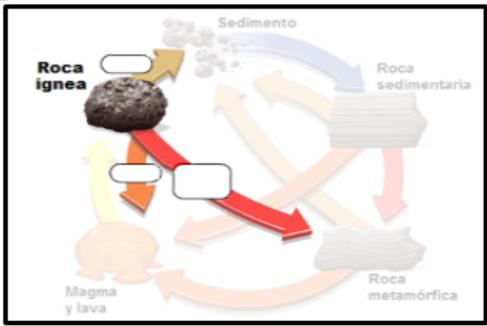
DESPUÉS

6. Observa con atención el recurso que mostrará tu profesor/a y luego explica en qué consiste cada uno de los procesos de la formación de rocas, sedimento y lava (Si gustas puedes usar tu celular para escanear el código QR a continuación y observar de manera más nítida el manipulativo virtual).



goo.gl/B5XFtz

a) **Las rocas ígneas se forman del magma o la lava**



Describe los procesos por medio de los cuales se forma el sedimento, la roca metamórfica y el Magma a partir de una roca ígnea.

Ilustración 4.15 (b): Guía estudiante después de cambio aplicar el modelo (Guía 2)

GUÍA DEL DOCENTE

ÍTEM DISEÑO

1. Respecto al tiempo:

- Consideramos sugerir al docente el tiempo aproximado que debe tener la actividad experimental (etapa 3: evaluar el modelo), para que de esta manera pueda estimar el resto de los tiempos para su óptima implementación.

ANTES

3. (EVALUAR EL MODELO) Reconstruyendo la historia en un “calendario geológico”

Orientaciones para el docente:

En la etapa de cálculo el docente debe supervisar y ayudar a los/as estudiantes que presenten dificultades. El procedimiento para calcular se ha simplificado ya que no es relevante en el desarrollo del objetivo de la guía.

Se espera que los/as estudiantes sitúen los eventos dentro del calendario de forma sencilla, sólo indicando el día y, dependiendo del nivel matemático que posean, pueden determinar las horas para los días en que haya más de un evento.

(De acuerdo al conocimiento que tenga el docente sobre sus estudiantes, puede hacerlos trabajar en parejas, pero enfatizando que el desarrollo de las preguntas a continuación se resuelve de manera individual)

En a) se espera que el/la estudiante logre situar correctamente los eventos pedidos dando cuenta de su cronología en el calendario, enfatizando que la mayoría de los eventos suceden en un corto periodo al compararlos con otros.

En b) se espera que el/la estudiante fundamente su respuesta utilizando los conocimientos de las guías 1 y 2, destacando el estudio de fósiles y del ciclo de rocas como aportes en la reconstrucción de la historia de nuestro planeta.

En c) se espera que el/la estudiante describa los procesos como continuos y muy lentos, los cuales no son visibles en periodos cortos. Destacar que algunos de ellos pueden ser visibles en eventos a gran escala.

Ilustración 4.17 (a): Guía docente antes de cambio respecto a tiempo (Guía 3)

DESPUÉS

3. (EVALUAR EL MODELO) Reconstruyendo la historia en un “calendario geológico” (25-30 minutos)

Orientaciones para el docente:

En la etapa de cálculo el docente debe supervisar y ayudar a los/as estudiantes que presenten dificultades. El procedimiento para calcular se ha simplificado ya que no es relevante en el desarrollo del objetivo de la guía.

Se espera que los/as estudiantes sitúen los eventos dentro del calendario de forma sencilla, sólo indicando el día y, dependiendo del nivel matemático que posean, pueden determinar las horas para los días en que haya más de un evento.

(De acuerdo al conocimiento que tenga el docente sobre sus estudiantes, puede hacerlos trabajar en parejas, pero enfatizando que el desarrollo de las preguntas a continuación se resuelve de manera individual)

En a) se espera que el/la estudiante logre situar correctamente los eventos pedidos dando cuenta de su cronología en el calendario, enfatizando que la mayoría de los eventos suceden en un corto periodo al compararlos con otros.

En b) se espera que el/la estudiante fundamente su respuesta utilizando los conocimientos de las guías 1 y 2, destacando el estudio de fósiles y del ciclo de rocas como aportes en la reconstrucción de la historia de nuestro planeta.

En c) se espera que el/la estudiante describa los procesos como continuos y muy lentos, los cuales no son visibles en periodos cortos. Destacar que algunos de ellos pueden ser visibles en eventos a gran escala.

Ilustración 4.17 (b): Guía docente después de cambio respecto a tiempo (Guía 3)

- Al término de las guías 2 y 3, se indica al docente que el desarrollo de ambos materiales, tal vez exceda el tiempo de dos horas pedagógicas, por lo que se sugiere desarrollar las primeras 3 o 4 etapas en una clase (para la guía 2), finalizarla en la primera hora de la clase siguiente y comenzar con las primeras 2 o 3 etapas de la guía 3, para finalizar esta última en la clase siguiente. Por lo que la duración aproximada de toda la propuesta (3 guías) sería de 4 clases y no 3 como se había pensado en un comienzo. La realización de las etapas puede variar de acuerdo a las características de cada curso.

ANTES

6. (APLICA EL MODELO) **La erosión en el tiempo**

Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el estudiante debe ser capaz de aplicar el modelo de tiempo geológico a diferentes casos, en donde se aprecia el cambio en paisajes, relieve terrestre o rocas debido a factores erosivos o de la dinámica terrestre, identificándolos y junto con ello estimando el tiempo.

Esta actividad puede ser considerada el cierre de la clase, lo cual queda a criterio del profesor que los estudiantes la realicen de inmediato o la desarrollen en sus casas.

Ilustración 4.18 (a): Guía docente después de cambio respecto a tiempo (Guía 3)

DESPUÉS

6. (APLICA EL MODELO) **La erosión en el tiempo**

Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el/la estudiante debe ser capaz de aplicar el modelo de tiempo geológico a diferentes casos, en donde se aprecia el cambio en paisajes, relieve terrestre o rocas debido a factores erosivos o de la dinámica terrestre, identificándolos y junto con ello estimando el tiempo.

Esta actividad puede ser considerada el cierre de la clase, lo cual queda a criterio del profesor que los/as estudiantes la realicen de inmediato o la desarrollen en sus casas.

Es necesario mencionar que el desarrollo de esta guía puede exceder las dos horas pedagógicas, por lo que se sugiere al docente considerar la realización de las primeras dos o tres etapas (necesidad, expresar, evaluar) en una primera clase, dejando para la siguiente las restantes (revisar, consensuar y aplicar el modelo).

Ilustración 4.18 (b): Guía docente después de cambio respecto a tiempo (Guía 3)

ÍTEM METODOLOGÍA

1. Respecto al *revisar el modelo (guía 1 y 3) y aplicar el modelo (guía 2)*: se modificó el enunciado de estas etapas, indicando que para facilitar el acceso a los recursos virtuales, se ha dispuesto la utilización de códigos QR (Quick response= código de respuesta rápida), que, al ser escaneados por una aplicación de lectura de este tipo, llevan al material web citado de forma directa, versus la escritura de un link de página web corta, que toma más tiempo en ser escrito en ser utilizado. Los celulares modernos traen aplicaciones de lectura de códigos QR incorporadas o pueden ser fácilmente descargadas desde las tiendas de aplicaciones de forma gratuita. De no contar con la tecnología suficiente, se indica que el recurso virtual puede ser mostrado por el profesor en un ordenador propio. (Misma modificación que en guía del estudiante).

2. Respecto al contenido: Se realizó un “glosario” (adjunto al material diseñado), que contiene todos los conceptos abordados en el desarrollo de las guías, con el propósito de ayudar al docente a optimizar su tiempo al momento de formalizar dichos conceptos a sus estudiantes.

ANTES:

La secuencia didáctica no contaba con glosario

DESPUÉS: (revisar apéndice)

GLOSARIO

En las guías se utilizan conceptos que deben conocer los docentes, para posteriormente definirlos a los/as estudiantes, sin embargo pueden existir algunos que causen dificultades en su entendimiento. Por este motivo, a continuación presentamos una lista de términos abordados en el desarrollo de la secuencia didáctica, con sus respectivas definiciones.

1) Fósil: Vestigio o huella, que permite evidenciar la existencia de organismos en épocas geológicas antiguas.

2) Rocas ígneas: Rocas formadas por la solidificación del magma fundido.

Según el porcentaje de silicatos presentes en las rocas ígneas, estas se clasifican en ácidas y básicas.

- o **Rocas ígneas ácidas:** Ricas en silicatos, con tonalidades claras y de gran resistencia.
- o **Rocas ígneas básicas:** Pobres en silicatos, son oscuras y de menos dureza que las ácidas.

Según dónde se realice el enfriamiento de rocas ígneas, éstas pueden ser intrusivas o extrusivas:

- o **Rocas ígneas intrusivas:** Resultan del lento enfriamiento del magma en el interior de la corteza.
- o **Rocas ígneas extrusivas:** Derivan del enfriamiento rápido de la lava.

3) Rocas sedimentarias: Se forman por la deposición y acumulación de fragmentos o restos orgánicos transportados por el agua, o por precipitación a partir de una solución

Las rocas sedimentarias pueden ser de dos orígenes (químico y orgánico).

Ilustración 4.19: Guía docente después de agregar Glosario (revisar apéndice)

3. Respecto a la evaluación: diseñamos un instrumento de evaluación, que permita al docente evidenciar el aprendizaje de los/as estudiantes sobre el contenido de la secuencia didáctica, la cual se encuentra adjunta en el Apéndice junto a la rúbrica de evaluación y las orientaciones para el docente.

ANTES

La secuencia no contaba con instrumento de evaluación

DESPUÉS (revisar apéndice)

ANÁLISIS CRÍTICO DE UNA NOTICIA

I. La siguiente noticia fue escrita por un periodista de CNN Español, por lo que existen ciertos conceptos errados debido a que no fue redactada por un científico con conocimiento profundo del tema. A continuación, léala para luego responder las preguntas propuestas en la siguiente página.

Geólogos argentinos encuentran forma de vida que podría ser el antecesor de los animales actuales



(CNN Español) - El extraordinario hallazgo en tierras argentinas podría ser el registro más antiguo de formas de vida encontrado en Sudamérica, según geólogos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (Conicet).

Se trata de un conjunto de seres vivos que datan de hace 4400 millones de años, y que, precisamente por su antigüedad, se cree que convivieron con los primeros mamíferos del planeta.

El hallazgo fue hecho en Cerro Negro, en la ciudad de Olavarría, en la provincia de Buenos Aires. Son un grupo de huellas o impresiones de cuerpos blandos encontrados en rocas de origen volcánico.

Ilustración 4.20: Guía docente después de agregar instrumento de evaluación (revisar apéndice)

De esta manera, finalizamos el proceso de refinación, indicando que el material en su versión final, se encuentra de manera completa adjunto en el apéndice de este Seminario de Grado. Por último, para cerrar el capítulo de “Resultados”, presentamos a continuación la justificación del instrumento de evaluación.

4.2.2 Justificación del instrumento de evaluación

El instrumento de evaluación de la propuesta didáctica consiste en la lectura crítica de una noticia de CNN Español, donde los estudiantes deben contestar una serie de preguntas basadas en argumentación C.R.I.T.I.C. En una primera instancia responderán respecto a la afirmación que expone el texto u idea central, luego el rol de quien escribe la noticia (propósito con que lo hace), las ideas evidenciadas en la noticia, después comprobar si las afirmaciones son correctas para luego justificar si estas ideas son incorrectas y finalmente concluir la evaluación con las ideas que hacen que la información de la noticia tenga un carácter verdadero.

El objetivo de la modelización es el de representar y simplificar un sistema centrándose en ideas claves para explicar y predecir fenómenos científicos, al igual que modelización, la argumentación con C.R.I.T.I.C. es una práctica científica, que tiene como fin que los estudiantes expliquen, redacten y expresen las ideas presentes en este caso, una noticia.

La evaluación además de buscar que los estudiantes expliquen, redacten y expresen ideas, tiene como fin que utilicen los aprendizajes adquiridos en cada una de las guías de la propuesta para evidenciar que la información de la noticia esta errada en ciertas afirmaciones, cada error está asociado a una temática de las guías las cuales fueron: fósiles, rocas y tiempo geológico; una vez que son identificados permitirán al estudiante contestar de manera correcta cada pregunta.

Con el instrumento el docente podrá evaluar si ciertas ideas planteadas en las actividades de las guías fueron aprendidas por los estudiantes, de modo que con su rúbrica respectiva (ver Apéndice) y las orientaciones adecuadas, el docente será capaz de llevar a cabo la evaluación.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las principales observaciones obtenidas respecto a la elaboración de la propuesta didáctica, su validación por expertos y la refinación final del material producido. También se revisan sus limitaciones, fortalezas y propuestas de mejoras, para así establecer futuras proyecciones y mostrar la relevancia de este trabajo.

Con respecto a los objetivos

El objetivo general que se desarrolló en este Seminario de Grado, fue el de “diseñar y validar una secuencia didáctica basada en modelización, enfatizando el Sub modelo de Material Geológico propuesto por Márquez, en Séptimo básico”. A través de diversas actividades, diseñamos tres guías didácticas, donde las temáticas principales abordadas fueron “fósiles”, “rocas” y “tiempo geológico”, éste último trabajado de manera transversal. Es necesario mencionar que el Modelo Geológico propuesto por Márquez, se basa principalmente en las investigaciones realizadas por Pedrinaci durante su carrera. Además, cada una de estas guías, está diseñada según las etapas de la modelización (necesidad, expresar, evaluar, revisar, consensuar y aplicar el modelo), logrando el objetivo principal de esta práctica científica, que es el de crear una representación que abstrae y simplifica un sistema. Por lo tanto, se cumple el objetivo y se identifican las ideas claves del Sub modelo de Material Geológico, el cual se pretendía construir en cada una de las guías.

Con respecto a la propuesta

En nuestra propuesta; además de trabajar en base a la modelización, se incluyeron actividades con metodologías de experimentación, lectura y análisis de noticias, uso de manipulativos virtuales (TICs), entre otras; de esta forma se acerca a los/as estudiantes a la práctica científica de modelizar. Dicho esto, cada material diseñado está contextualizado de manera que el/la estudiante logre establecer conexiones con el entorno, haciendo que el material también posea (de manera implícita) un enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Este enfoque, permite generar cambios en la actitud de los/as estudiantes, haciendo que comprendan el impacto de la geología en la sociedad, aportando a su desarrollo y formación futura como ciudadanos íntegros y alfabetizados científicamente.

La problemática que nos llevó a generar la propuesta didáctica, fue la falta de nuevas metodologías y ausencia del tiempo geológico en la enseñanza de ciencias de la Tierra en comparación con el currículo español, destacando aspectos como el contexto en el que se enseña, los niveles que aborda y la implementación del concepto de tiempo geológico, de modo que buscamos complementar el programa nacional aportando con esta secuencia, donde ésta

permita desarrollar de manera sustancial el estudio de las rocas, su ciclo y cómo éstas nos ayudan a interpretar y construir la historia del planeta. Cabe destacar, que la última actualización del currículo chileno, contempla el estudio de rocas, describiendo solamente su clasificación y el proceso de formación de éstas, sin enfatizar en el significado que tiene el estudio particular de las rocas sedimentarias (con la formación de fósiles, siendo el fósil un archivo histórico que representa huellas dejadas en el pasado). A esto, agregamos que el concepto de tiempo geológico, es algo que se deja de lado en la implementación del currículo nacional, a diferencia del modelo que propone Márquez, ya que considera, al igual que Pedrinaci, este concepto como uno clave para entender los procesos geológicos y la reconstrucción de la historia terrestre.

En el desarrollo de esta propuesta, comprendimos que la creación de una secuencia didáctica es un trabajo complejo que requiere de tiempo y dedicación, tiempo del que comúnmente los docentes no disponen, por lo que se dedican a realizar clases similares cada año. Es por esto que la creación y disponibilidad del material para todo docente favorece la innovación y didáctica en el aula, abordando temáticas de ciencias de la Tierra por medio de diversas actividades agrupadas, expresadas por medio de una práctica científica.

Con respecto a la modelización

Las prácticas científicas permiten acercar a los estudiantes a aspectos de la naturaleza de las ciencias, del quehacer científico y construcción de modelos, mediante la argumentación, el análisis crítico, interpretación de datos y uso de modelos, entre otros, donde la modelización corresponde a una de ellas, según Osborne (2014).

Las etapas de la modelización, están definidas a partir de los elementos claves para esta práctica, propuestos por Schwartz (2009) y Garrido (2016). La primera etapa plantea la necesidad de un modelo en los/as estudiantes; en las guías se manifiesta esta etapa por medio de actividades de exploración donde el/la estudiante debe inferir por medio de preguntas la explicación de un determinado fenómeno; en el caso de la primera guía se presenta una actividad donde se muestra a los/as estudiantes diversas evidencias de fósiles en una ubicación geográfica contextualizada, en la segunda guía se les presentan a los/as estudiantes diversos paisajes con la intención de que describan las características de las rocas que pueden encontrar en ellos, y finalmente en la tercera guía la etapa de necesidad de modelo se evidencia por medio de una noticia con la que los/as estudiantes deben realizar una reflexión y responder a una pregunta. En una segunda etapa los/as estudiantes deben expresar de manera individual el modelo tratado en la etapa anterior, esta etapa es trabajada de la misma manera en las tres guías de la secuencia didáctica, por medio de preguntas enfocadas en el desarrollo

individual y basado en el modelo que surgió en la primera etapa. La tercera etapa de la modelización se desarrolla en la primera y segunda guía por medio de la experimentación, esta etapa está centrada en evaluar el modelo expresado en la etapa anterior, invitando a los/as estudiantes a poner en práctica las ideas surgidas y haciendo que el/la estudiante observe el fenómeno, luego lo interprete y finalmente sea capaz de explicarlo; mientras que en la tercera guía se propone una actividad donde los/as estudiantes deben reconstruir la historia del planeta en un calendario geológico, pero de igual forma que en las actividades propuestas en las dos primeras guías el/la estudiante debe responder preguntas en base a lo observado, interpretado y finalmente explicar lo trabajado. La cuarta etapa de la modelización está presente en las guías por medio de actividades donde los/as estudiantes revisan el modelo, considerando nuevas ideas que puedan aportar al inicialmente expresado. En una quinta etapa de modelización, los/as estudiantes deben consensuar el modelo, de modo que el docente es clave al momento de guiar la actividad para la obtención de una explicación formalizada de los fenómenos expuestos en el modelo, es por esto que en las tres guías de la propuesta se plantea que los/as estudiantes deben realizar una actividad de manera grupal donde pueden revisar y comparar sus respuestas para luego exponerlas al curso. Finalmente en una última etapa de modelización, se trabaja aplicando los conocimientos adquiridos hasta el momento, en el desarrollo de diversas actividades planteadas al término de cada guía.

Limitaciones y fortalezas de la propuesta

Cabe mencionar, que las etapas de la práctica científica de modelización a pesar de seguir un orden lógico, no es necesario realizar el ciclo completo para cada idea del modelo, lo más bien pueden desarrollarse mini ciclos coherentes entre sí, modelar los contenidos de acuerdo a las características del fenómeno observado, de quien implementa, y del propósito que se espera conseguir, todo esto potenciando en mayor parte el trabajo de las etapas 2, 3 y 4 (expresar, evaluar y revisar respectivamente). En nuestro caso, quisimos diseñar cada guía de la secuencia didáctica con el total de las etapas, siguiendo en cada una de ellas el mismo orden, con el objetivo de familiarizar a los/as estudiantes de Séptimo básico con una nueva metodología de trabajo, ya que este nivel, al ser el menor de la enseñanza media, recién comienza a mirar las ciencias naturales como ciencias independientes.

Respecto a esto, notamos que al diseñar las guías con la totalidad de etapas, el tiempo de implementación se transformó en una limitación del material, ya que dos horas pedagógicas resulta ser un tiempo ideal, pero no necesariamente real. Este punto de inflexión también se vio reflejado al momento de la validación del recurso, ya que la afirmación que obtuvo menor aprobación y logró obtener un porcentaje de rechazo, fue el tiempo de implementación en cada

clase, considerado como inadecuado para la realización de las guías. Esto nos obligó a reconsiderar las actividades propuestas y estimar si efectivamente el tiempo era adecuado o no, por lo que fue necesario realizar modificaciones principalmente en este aspecto, donde podemos destacar la eliminación de algunas preguntas, mayor facilitación de los recursos virtuales, y por supuesto evidenciar en la guía del docente las posibles dificultades que puede presentar el material, por lo que se sugirió el desarrollo de la segunda y tercera guía en aproximadamente tres clases. Otra limitación menor a destacar, resulta ser la impresión de la propuesta para su posterior entrega, ya que al contener mucha imagen, (es de esperar que en los colegios se saquen fotocopias), por ende se pierde la resolución y la claridad de las actividades. A esto sumamos que los recursos virtuales, a pesar de ser una ayuda muy explícita para el desarrollo de las guías, pueden ser sinónimo de pérdida de tiempo al llevar a los/as estudiantes a una sala de computación o en el peor de los casos, no contar con ella y esperar que sólo el docente a cargo proyecte el recurso en un ordenador propio. Por esto, es que consideramos adecuado agregar códigos QR para un mejor y eficaz acceso a los manipulativos. Claramente en este aspecto si los docentes no cuentan con el recurso tecnológico, podríamos estar en presencia de otra limitación menor. Lo bueno de la propuesta, y su metodología, es que si las dificultades fuesen notorias, el docente puede prescindir de algunas etapas, trabajando con mini ciclos dentro de la clase, sin necesidad de dejar de modelar.

Dentro de las principales fortalezas que posee la propuesta diseñada, destacamos la riqueza en términos de actividades experimentales y recursos audiovisuales, lo cual potencia el aprendizaje de los/as estudiantes y ayuda al docente a optimizar y variar la enseñanza del contenido. Por otra parte, consideramos que nuestra propuesta logra convertirse en un aporte al currículo nacional en contenidos de ciencias de la Tierra, ya que a pesar de ser una ciencia (geología) con años, en los programas de estudio de nuestro país, aún está en pañales.

Con respecto a los resultados

Respecto a la validación de la propuesta didáctica, podemos concluir que fue bastante aceptada por parte de los validadores expertos. En general, la mayoría de las afirmaciones realizadas en la encuesta de Likert fueron bien recibidas y evaluadas, obteniendo así los siguientes porcentajes mostrados en el gráfico “resumen validación de la secuencia didáctica”: aceptación de un 94,1%, desaprobación con un 3,2% e indiferencia de un 1,9%, lo cual nos deja satisfechos, considerando que es la primera vez que diseñamos material basado en modelización. Dentro de las observaciones, las principales modificaciones se realizaron en términos del diseño del material, para optar así a un mejor recurso e implementación (mejorando imágenes, espacios de respuesta, accesibilidad a recursos, etc.). Dentro de las 3

guías, las etapas con mayor modificación resultaron ser en un comienzo las de la *necesidad de un modelo, el revisar y el aplicar el modelo*; esto ocurrió ya que al ser la primera vez que desarrollamos material con esta metodología, no manejábamos la mejor idea para diseñar estas etapas. Junto con la guía del estudiante, dimos cuenta de cuán importante es que la guía del docente esté bien elaborada y se cree de la mano con el material para implementar, ya que una buena elaboración de este recurso y su buen uso permiten lograr una buena implementación.

Sin embargo, a pesar de haber tenido una buena recepción del material, nos queda la “inquietud” de seguir mejorando nuestra propuesta, con el fin de disminuir en lo posible la brecha entre las fortalezas y limitaciones que obtuvimos esta vez. Si bien, es difícil diseñar un material que satisfaga todos los contextos, es todo un desafío aportar a colegas, futuros docentes y a nosotros mismos con un material bien elaborado que muestre a los/as estudiantes que es posible aprender haciendo.

Proyecciones de la propuesta

Las proyecciones para este Seminario de Grado, están enfocadas en el desarrollo de los sub modelos del Modelo Geológico propuesto por Márquez, no desarrollados en nuestra propuesta, es decir, el Sub modelo de Tectónica de placas y el de Cambio geológico, de modo que para futuros seminarios se creen propuestas basadas en estos modelos con el fin de completarlo y aportar al currículo nacional en contenidos de ciencias de la Tierra, es por esto que esta propuesta didáctica queda a disposición para futuros trabajos de titulación, para su complementación y el seguimiento del uso de prácticas científicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acher, A. (2014). Como facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis (TED), Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, Colombia, N° 36*, 63 – 75
- Alfaro, P., Alonso-Chaves, F., Fernández, C., Gutiérrez-Alonso, G. (2013). La tectónica de placas, teoría integradora sobre el funcionamiento del planeta. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 21.2*, 168-180.
- Almodóvar G. (2013). Los materiales de la Tierra. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra*, 146-154
- Carvajal M. (2009). La didáctica en la educación
- Castaño S. (1987). Concepto y desarrollo histórico de la geología
- Castro, C., García, G. (2013). Diseño de Webquest para el tratamiento de la unidad tierra y universo: Fenómenos Naturales a gran escala para el subsector física en NM1 (Seminario de Grado). Universidad de Santiago de Chile, Santiago.
- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 7(1)*, 26-41
- Ciudadciencia.es. (21 de marzo de 2017). *Ciudad ciencia*. Recuperado de http://www.ciudadciencia.es/doc/files/FICHA_CLASIFICACION%20DE%20ROCAS_CC.pdf
- Crujeiras, B, Jiménez, M.P. (2012). Participar en las prácticas científicas: Aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales, N° 72*, 12-19
- Garrido, A. (2016). Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica. (Tesis doctoral). Universitat Autònoma de Barcelona, España.
- González, M., Alfaro, P. y Brusi, D. (2011). Los terremotos “mediáticos” como recurso educativo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 19.3*, 330-342.
- Jiménez, M. (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. *Enseñar ciencias*, 13-32
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 24(2)*, 173-184.
- Justi, R., Chamizo, J., García, A., Figueirêdo, K. (2011). Experiencias de formación de profesores de ciencias latinoamericanos sobre modelos y modelaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 29(3)*, 413–426.
- Hervé, F. (1999). El tiempo en un geólogo.
- Hsü, K.J. (1983). Actualistic catastrophism. *Sedimentology*, 30, 3-9.
- Márquez, C. (2012). Ideas clau en Geología.
- MINEDUC. (2009). Marco curricular y actualización 2009 I° a IV° medio. Santiago.
- MINEDUC. (2011). Programa de Estudio Primero medio, Física. Santiago.

- MINEDUC. (2012a). Estándares Orientadores Para Egresados De Carreras De Pedagogía En Educación Media.
- MINEDUC. (2012b). Bases Curriculares 1° a 6° básico. Santiago
- MINEDUC. (2016a). Bases Curriculares 7° básico a 2° medio. Santiago
- MINEDUC. (2016b). Programa de Estudio Séptimo básico, Ciencias Naturales. Santiago.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196
- Ospina B., Sandoval J., Aristizábal C., Ramírez M. (2003). La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. *Invest Educ Enferm* 2005; 23(1): 14-29
- Pavez, C., Estay, R., Ramos, S. (2015). Club de las rocas: desarrollando el aprendizaje a través de la geología. Advanced Mining Technology Center, AMTC, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Pedrinaci, E. (1993). La construcción histórica del concepto de Tiempo Geológico. Enseñanza de las Ciencias
- Pedrinaci, E. y Berjillos, L. (1994). El concepto de tiempo geológico: Orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria
- Pedrinaci E. (2001). ¿Qué geología debe enseñar en la educación secundaria? *Enseñar ciencias*, 149-174
- Pedrinaci, E. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la geología. *Enseñar ciencias*, 147-174.
- Pedrinaci, E. y Earth Science Literacy Initiative (2009). Principio de Alfabetización en Ciencias de la Tierra. Recuperado de <http://www.earthscienceliteracy.org/>
- Quintero, C. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona próxima*, N° 12, 222-239
- Schwartz, C., Reiser, B., Fortus, D., Shwartz, Y., Acher, A., Davis, B., Kenyon, L., Hug, B. (2009). Modelos: definición de una progresión de aprendizaje para la modelación científica. *Paper presentado en la Conferencia Learning Progressions in Science (LeaPS)*, 1-14.
- Sequeiros, L; Pedrinaci, E.; Berjillos, P. (1996): Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra
- Sismologia.cl. (28 de diciembre de 2016). *Centro Sismológico Nacional, Universidad de Chile*. Recuperado de <http://www.sismologia.cl/>
- Tarbuck E., Lutgens F. (2005). Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física. 8va ed.
- Torra, R. (2005). Breve historia de la geología
- Vélez, A. (2015). Edad de la Tierra
- Wicander, R., Monroe, J. (2000). Fundamentos de geología. 2da ed. México International Thomson Edits.

APÉNDICE

- **Apéndice 1: Propuesta didáctica**
 - **Guía del estudiante N°1 “Lo que nos cuentan las rocas”**
 - **Guía del estudiante N°2 “Jugando a ser geólogos”**
 - **Guía del estudiante N°3 “¿Cuántos años tiene la Tierra?”**
 - **Evaluación secuencia didáctica**

- **Apéndice 2: Indicaciones al docente**
 - **Guía para el docente N°1 “Lo que nos cuentan las rocas”**
 - **Guía para el docente N°2 “Jugando a ser geólogos”**
 - **Guía para el docente N°3 “¿Cuántos años tiene la Tierra?”**
 - **Glosario para el docente**
 - **Rúbrica evaluación secuencia didáctica**

- **Apéndice 3: Encuesta de validación (Escala de apreciación de Likert)**

- **Apéndice 4: Datos validadores expertos**

GUÍA 1: “Lo que nos cuentan las rocas”

Objetivos:

- Comprender la formación geológica (proceso).
- Entender la huella que deja un ser vivo en las rocas como archivo histórico.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. Las siguientes imágenes fueron tomadas en el Cajón del Maipo, ubicado en la zona precordillerana de Santiago (RM). En ellas puedes ver huellas muy particulares que dejaron conchas marinas en algunas de estas rocas.



Fuente: Zona Cajón del Maipo Región Metropolitana (Diario La Tercera, 2013)

• Comenten en grupo:

- ¿Cómo piensan que llegaron ahí esas huellas?
- ¿Hace cuánto tiempo que la concha está así?
- Estas huellas, ¿siempre son de animales?
- ¿Qué otra cosa piensan que dejan huellas?
- ¿Dónde las encontramos?

2. Responde de manera individual:

a) Dibuja y explica con tus palabras, ¿cómo piensas que se formaron estas huellas en las rocas?

b) ¿Qué tienen en común las huellas de las imágenes anteriores? y ¿qué información nos dan?

3. Las huellas que observaste en las imágenes anteriores, corresponden a “fósiles”. Por lo tanto, ahora que has expresado tus ideas, te invitamos a ponerlas a prueba.

ACTIVIDAD: Reconstruyendo la formación de un fósil (fossilización)

Material:

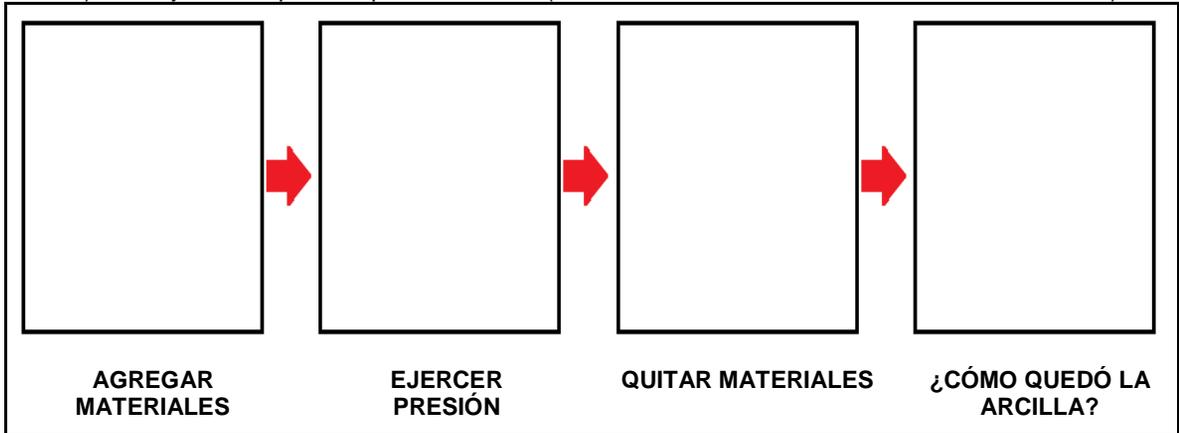
- Un **vaso plástico** transparente, de 500 [cc]
- Plastilina o arcilla
- Arena o harina
- Piedras pequeñas (que no excedan el diámetro del vaso)
- Una concha de mar (tamaño que quepa en el recipiente que tienes)

Pasos:

- 1) Cubre todo el fondo del vaso con plastilina o arcilla, aproximadamente 3 cm de espesor.
- 2) Luego, ubica la concha de mar sobre la plastilina, de manera cóncava hacia arriba (pide ayuda al profesor/a para que te indique cómo)
- 3) Ahora, cubre con arena o harina el vaso, aproximadamente entre 6 y 7 cm. Golpea el recipiente con la mesa para que el arena cubra todos los espacios.
- 4) Finalmente, ubica todas las piedras que tengas en la parte superior del vaso, de manera que quede completamente cubierto. Realiza un poco de presión sobre ellas.
- 5) Deja un par de minutos el vaso en la mesa, mientras ordenas y guardas el resto de los materiales.
- 6) Con ayuda del profesor/a, comienza a sacar con cuidado las piedras del vaso, échalas en una bolsa junto a las piedras de tus demás compañeros/as. Luego con una cuchara retira la harina o arena (en otra bolsa) ten cuidado de no pasar a llevar la conchita.
- 7) Finalmente, retira la concha del fondo del vaso (cuidando no despegar la arcilla o plastilina del vaso), sacude el resto de arena, saca tu cuaderno y responde las preguntas a continuación:

Resuelve de manera individual:

1) Dibuja las etapas del procedimiento (haz énfasis en las diferencias de los materiales):



Luego de observar el procedimiento y el dibujo que realizaste, responde:

a. ¿Cómo quedó la arcilla / plastilina en el fondo del vaso?, ¿por qué crees que quedó de esta manera?

2) Interpretando el procedimiento:

a. ¿Qué rol cumplieron la concha, la harina y las piedras?

b. ¿Si hubiese sido agua en vez de arena, pasaría lo mismo?

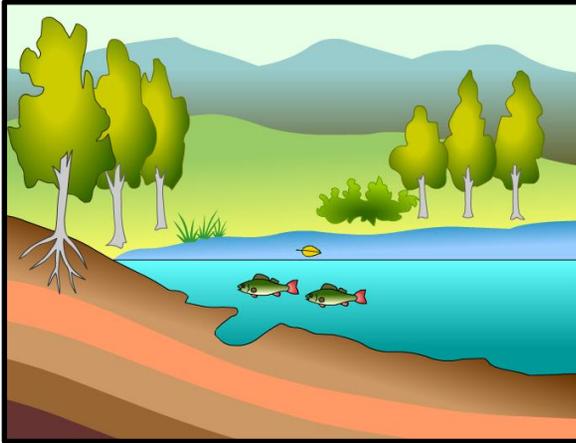
c. ¿Quiénes descubren los fósiles?, ¿qué agentes externos piensas que los sacan a la superficie?

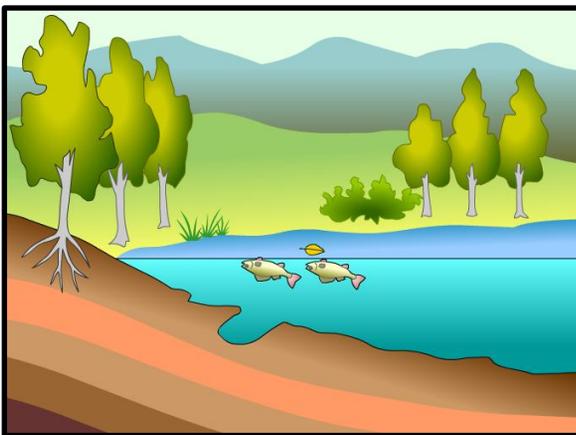
3) Explica el proceso de fosilización en la vida real (Modelo)

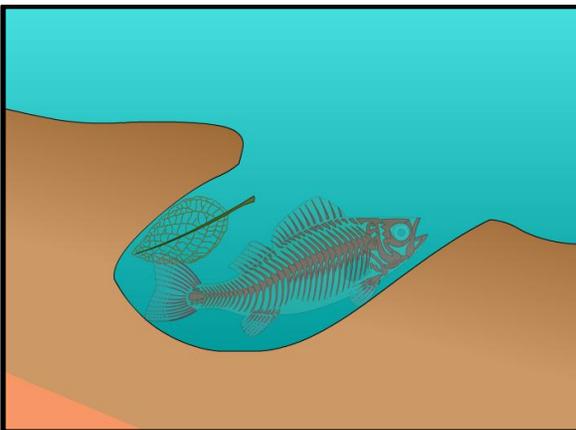
4. Observa con atención el video que mostrará el profesor/a y luego explica a continuación, con tus palabras, lo que ocurre en cada imagen de acuerdo al proceso de fosilización (si gustas puedes usar tu celular para escanear el código QR a continuación y observar de manera más nítida el video).

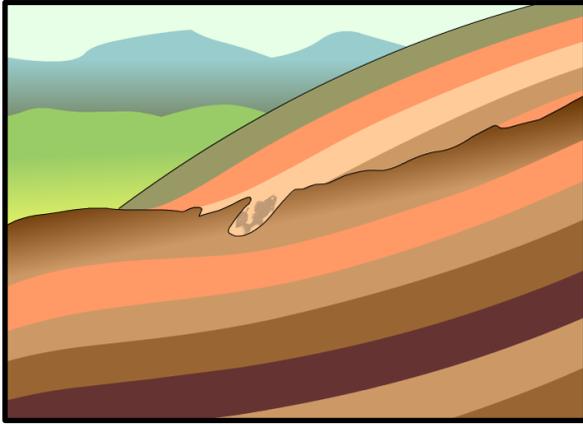


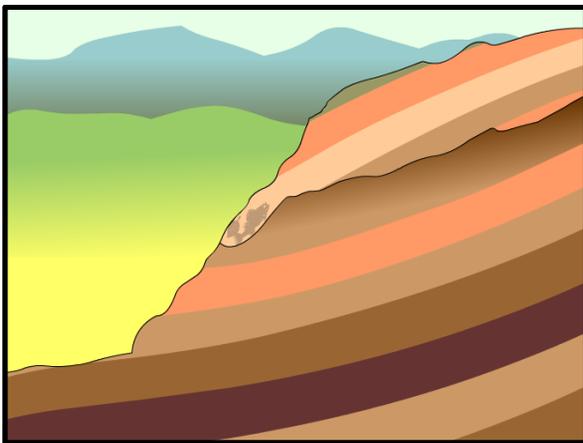
goo.gl/YVs2qI

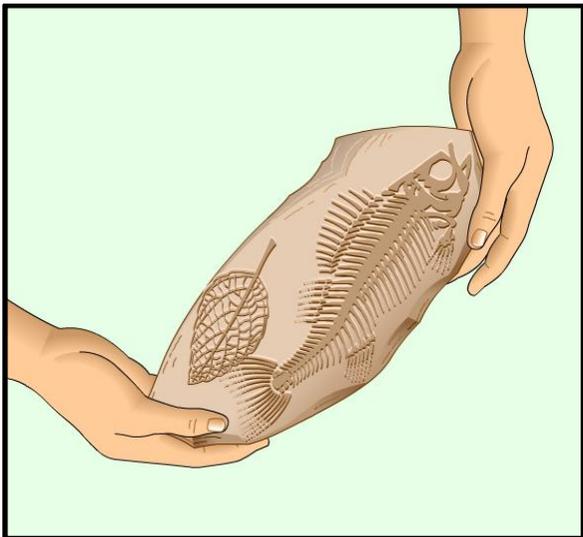












GUÍA 2: "Jugando a ser geólogos"

Objetivos:

- Clasificar las rocas según su formación.
- Comprender que los materiales terrestres se originan y modifican a través de procesos cíclicos.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. Los siguientes son paisajes de Chile, en cada uno hay un tipo especial de roca, obsérvalos y luego comenta en grupo las siguientes preguntas:



- a) ¿En qué se diferencian los paisajes?
- b) ¿Qué características imaginan que pueden tener las rocas en cada paisaje?
- c) Observen las rocas de la siguiente página y comenten a qué paisaje corresponden.

2. De los paisajes anteriores se extrajeron distintos tipos de rocas, en base a esto responde las siguientes preguntas:

a) ¿Son todas iguales?, ¿Describe la forma, color y textura en el espacio bajo cada roca?

1) Mármol



2) Ignimbrita



3) Lidita



4) Esquisto



5) Grava



6) Pumita



b) ¿A qué crees que se deben las diferencias de cada una?

c) Lee las características que anotaste de cada roca e indica en el siguiente recuadro, el número de aquellas que tienen características similares y cuáles son éstas.

d) ¿De qué manera afecta el lugar donde están las rocas, con respecto a sus características?

3. Las rocas que observaste anteriormente tienen ciertas diferencias, sin embargo es posible conectarlas por medio de procesos dentro del “ciclo de las rocas”. A continuación formen grupos de 4 personas para el desarrollo de la siguiente actividad:

ACTIVIDAD: Cocinando el ciclo de la rocas.

Materiales:

- 500 g harina sin polvos de hornear.
- 1 cucharadita sal.
- 1 y 1/2 taza agua tibia/caliente.
- 1 cucharadita de levadura instantánea.
- 1 bowl
- 1 bandeja
- 1 pan batido (marraqueta)

Pasos:

1. Mezclar todos los ingredientes en el bowl
2. Amasar con las manos limpias, hasta obtener una masa homogénea (pide a tu profesor/a que revise la masa. Agregar agua o harina según necesiten)
3. Una vez tienen la masa lista, sacar pequeñas porciones del porte de su puño y separarlas sobre la bandeja.
4. Pon atención al proceso que sigue, explicado por tu profesor/a
5. Utilizando el pan preparado, saquen la miga y sepárenla en pequeños trozos de distintos tamaños.
6. Ahora tomen los trozos de migas de distintos tamaños y comiencen a unirlos hasta formar solo una miga.

Limpien su puesto, y respondan individualmente las preguntas a continuación:

1) Respecto a los procedimientos en la experiencia...

a. ¿Qué tipo de acciones realizaron al amasar y mezclar los ingredientes?



b. ¿Qué proceso ocurre cuando se lleva la masa al horno?



c. ¿Qué le ocurre al pan una vez que está fuera del horno?



d. ¿Qué acciones realizaron con las migas de pan?



2) Interpretando el procedimiento...

a. ¿Qué rol cumplen cada uno de los ingredientes de la masa de pan, en relación a la formación de rocas?

b. ¿Que representa el proceso de amasar, en relación a la formación de rocas?

c. Cuando se lleva la masa al horno, el pan se calienta. Análogamente ¿cuál es el proceso que representa esto en la formación de rocas?

d. ¿Qué representa el pan una vez frío, en relación a la formación de rocas?

e. En la experiencia tenemos un inicio donde mezclamos todos los ingredientes, luego una fase final donde nuestro pan está formado. Sin embargo, ¿es posible volver a obtener la misma masa del pan, después de todos los procesos a los que se sometió para su formación?, ¿en la formación de rocas podemos volver de una roca sólida y fría al material inicial para formar otras? Explica.

4. Revisemos lo experimentado...

a) Realiza una analogía indicando que procesos de formación de las rocas se asemejan a los de la preparación de pan; ocupa las siguientes palabras para completar el recuadro de "Formación de rocas":

aplicar calor	ejercer presión	formar sedimentos(deposición)	enfriar	ejercer presión
---------------	-----------------	-------------------------------	---------	-----------------

Formación del Pan

- Amasar
- Colocar en el horno
- Sacar del horno
- Separar las migas de pan
- Juntar algunas migas en una sola

Formación de las Rocas

b) Realiza una analogía indicando qué tipo de rocas se asemejan a cada una de las fases por las que pasa el pan; ocupa las siguientes palabras para completar en el recuadro de "Tipo de roca":

Roca ígnea	Sedimento	Roca sedimentaria	Roca metamórfica
------------	-----------	-------------------	------------------

Fases del pan

- Pan al sacarlo del horno
- Pan separado en migas
- Unión de pan en una sola miga
- Miga de pan sacada del horno

Tipo de roca

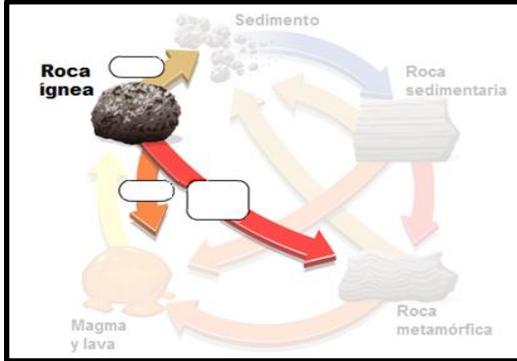
5. Lleguemos a un consenso: Describe los procesos por los cuales se forman los distintos tipos de rocas, según lo consensuado con tu curso

6. Observa con atención el recurso que mostrará tu profesor/a y luego explica en qué consiste cada uno de los procesos de la formación de rocas, sedimento y lava (Si gustas puedes usar tu celular para escanear el código QR a continuación y observar de manera más nítida el manipulativo virtual).



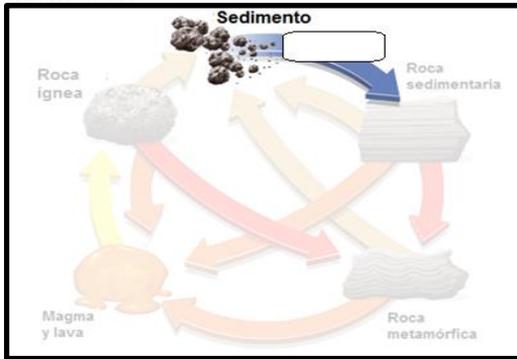
goo.gl/B5XFTz

a) Las rocas ígneas se forman del magma o la lava



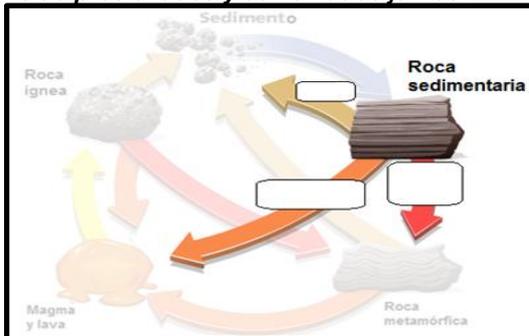
Describe los procesos por medio de los cuales se forma el sedimento, la roca metamórfica y el Magma a partir de una roca ígnea.

b) El sedimento son pequeñas piezas sólidas de material que proviene de rocas y organismos vivos



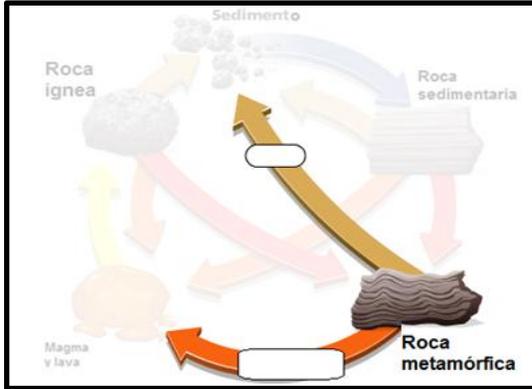
Describe el proceso por medio del cual el sedimento se transforma en una roca sedimentaria.

c) Una roca sedimentaria está hecha de partículas de otras rocas o seres vivos que han sido presionados y cementados juntos.



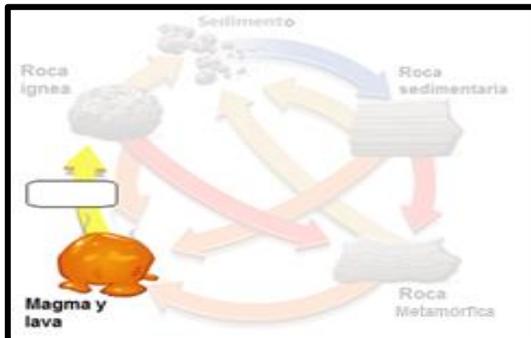
Describe los procesos por medio de los cuales la roca sedimentaria se transforma en sedimento, roca metamórfica o magma.

d) La **roca metamórfica** se forma cuando el calor y la presión transforman rocas ígneas y sedimentarias.



Describe los procesos de formación de sedimento y magma a partir de una roca metamórfica.

e) El **magma** es extremadamente caliente, el material fundido puede contener gases disueltos.



Describe el proceso que permite obtener una roca ígnea a partir del magma.

f) En la parte posterior de esta hoja dibuja el ciclo de las rocas de manera completa, según los procesos y etapas que viste anteriormente.

g) Ahora que conoces la clasificación de rocas y su ciclo de formación, ¿cómo explicarías la formación de un fósil, de acuerdo a lo que viste la clase anterior?

GUÍA 3: ¿Cuántos años tiene la Tierra?

Objetivos:

- Comprender el concepto de tiempo geológico.
- Comprender los factores que modelan el relieve terrestre bajo el concepto de tiempo geológico.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. Lee, analiza la siguiente noticia y responde de manera individual las preguntas a continuación:

Geólogos descubren en Canadá corteza original de la Tierra (Autor: D. Silva)

La muestra que lograron recuperar tiene 4.300 millones de años, la más antigua encontrada hasta ahora.



(Carnegie Institution)

Un equipo de expertos ha logrado desenterrar en Québec lo que al parecer sería un trozo de la corteza original de la Tierra.

Para determinar su composición, los investigadores analizaron el granito en el que se encontraba incrustado por señales químicas para detectar si efectivamente habían existido rocas precursoras que se derritieron y reciclaron para formar las actuales capas.

Según los expertos, el estudio de la muestra arrojó que su formación ocurrió hace 4.300 millones de años aproximadamente. Hasta ahora, los trozos de corteza más antiguos encontrados tenían cerca de 2.700 millones de años.

“Las rocas que tienen entre 3.600 y 3.800 millones de años de antigüedad podemos contarlas con los dedos de una mano”, señala Jonathan O’Neil, geólogo líder de la investigación. “Tenemos una cantidad muy limitada de muestras de rocas para entender los primeros mil millones de años de la historia de la Tierra”.

Según indicó O'Neill a la revista *Popular Mechanics*, es muy probable que esta muestra estuvo bajo los primeros océanos de la Tierra.

El estudio de estas primitivas muestras de corteza pueden entregar a los geólogos nuevas pistas sobre los orígenes y formación de la Tierra, además de la composición de otros planetas del sistema solar.

La investigación fue publicada en la revista *Science*.

(Marzo, 2017)

Discute con tus compañeros/as:

¿Por qué es importante este descubrimiento?

2. Según la noticia anterior, responde:

a) ¿Por qué crees que se han encontrado tan pocas de "estas" rocas?

b) De acuerdo a la edad que tendría la roca del artículo, ¿es posible encontrar rastros de algún ser vivo en ella? Justifica tu respuesta.

c) ¿Cómo fue posible que estas rocas hayan permanecido durante tanto tiempo y hayan sido encontradas?

d) Ubica en la línea de tiempo el lugar donde crees que está ubicada la roca encontrada en el artículo, la extinción de los dinosaurios y la aparición del hombre. Considerando que la edad de la Tierra es de 4.500 millones de años.



3. Reconstruyendo la historia en un “calendario geológico”

Vamos a hacer un viaje por la historia de la Tierra para situar en la Escala Geológica de los Tiempos el momento en que se produjeron una serie de hechos geológicos y biológicos importantes. Recuerda que debes utilizar proporciones entre los millones de años señalados y los 365 días de un año, para luego ubicar los eventos en el calendario que se adjunta en la página final de ésta guía.

A continuación te presentamos los acontecimientos que deberás localizar en tu calendario geológico:

- Formación de la Tierra : hace 4.500 m.a.
- Se desarrolla vida primitiva : hace 3800 m.a.
- Primeros organismos con concha : hace 530 m.a.
- Primeras plantas : hace 417 m.a.
- Primeros mamíferos : hace 210 m.a.
- Primeros dinosaurios : hace 206 m.a.
- Extinción de los dinosaurios : hace 65 m.a.
- Aparición del homo sapiens sapiens : hace 0,2 m.a.
- Primeras civilizaciones : hace 5517 años = 0,005517 m.a
- Descubrimiento de América : hace 525 años = 0,000525 m.a

(m.a. = millones de años)

Para realizar la conversión utiliza:

$$\frac{\text{años a convertir (m.a)}}{4.500 \text{ (m.a.)}} = \frac{X \text{ (días)}}{365 \text{ (días)}} \rightarrow X = \frac{\text{años a convertir (m.a)} \cdot 365 \text{ (días)}}{4.500 \text{ (m.a.)}}$$

(Recuerda que en la página final de ésta guía encontrarás un calendario para situar los eventos pedidos)

Responde:

- a) ¿Qué destacarías del calendario geológico que has construido respecto al origen de la Tierra y el tiempo que has vivido?

- b) ¿Cómo crees que ha sido posible conocer de estos acontecimientos a lo largo de la historia de la Tierra?

- c) ¿Cómo describirías éstos procesos que experimenta la Tierra?, ¿está cambiando la Tierra actualmente?

4. Modelando el relieve terrestre

Juega con el siguiente manipulativo, señalando los agentes geológicos modeladores del relieve y estima el tiempo que ha transcurrido para estos cambios. (puedes encontrar el manipulativo escaneando el código QR con tu celular o ingresando a la página web bajo el código)



- a. ¿Cuáles son los principales agentes geológicos modeladores del relieve terrestre? ¿Los conocías? Anota los que no conocías.

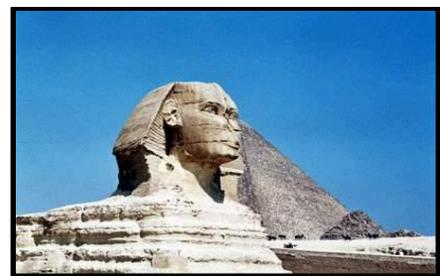
- b. Para que existan cambios significativos en el relieve, ¿cuánto tiempo debe pasar, aproximadamente, para evidenciarlos? Responde utilizando órdenes de magnitud: días, meses, años, décadas, siglos, miles de años, etc.

5. Comenta con tu compañero/a de puesto las preguntas indicadas por tu profesor/a

Expresa con tus palabras la importancia del tiempo geológico y las ventajas que aporta al estudio de las ciencias de la Tierra

6. La erosión en el tiempo...

- a. A continuación te presentamos una imagen de la Gran Esfinge de Giza. ¿A qué factores se debe su notorio deterioro?



- b. ¿Por qué las murallas de construcciones hechas por el hombre se agrietan?, ¿Qué factores influyen en ello?

c. A continuación se muestran paisajes que han evidenciado cambios en su relieve, tanto en rocas como en la superficie, ¿qué agente(s) se relaciona(n) en ellos? Estima el tiempo transcurrido para estos cambios.



(Formación rocosa, Salar de Uyuni, Bolivia.)



(Portada de Antofagasta, Chile.)



(Valdivia post terremoto 1960, Chile)



(Torres del Paine, región de Magallanes, Chile)



(Aluvión en Diego de Almagro 2015, norte de Chile)



(Tafoni, desierto de Atacama, Chile)

CALENDARIO GEOLÓGICO

ENERO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

FEBRERO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

MARZO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

ABRIL 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

MAYO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

JUNIO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

JULIO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

AGOSTO 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

SEPTIEMBRE 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

OCTUBRE 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

NOVIEMBRE 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

DICIEMBRE 2017						
LUN	MAR	MIÉ	JUE	VIÉ	SAB	DOM
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

GUÍA 1 (PARA EL DOCENTE): “Lo que nos cuentan las rocas”

IDEA CLAVE A DESARROLLAR: “Las rocas sedimentarias suponen el principal archivo de la historia geológica y del desarrollo de la vida en la Tierra”

Se espera que estudiante logre comprender:

- Formación geológica de un fósil (proceso).
- Concepto de fósil como archivo histórico (huella que demuestra la existencia de un ser vivo en un tiempo pasado).

1. (NECESIDAD DE UN MODELO) Las siguientes imágenes fueron tomadas en el Cajón del Maipo, ubicado en la zona precordillerana de Santiago (RM). En ellas puedes ver huellas muy particulares que dejaron conchas marinas en algunas de estas rocas.



Fuente: Zona Cajón del Maipo Región Metropolitana (Diario La Tercera, 2013)

Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el docente debe proponer la formación de grupos de trabajo (no más de 4 personas), asignar a cada grupo una de las preguntas sugeridas en la guía del estudiante y guiar la discusión de tal manera que todos/as los/as estudiantes puedan realizar sus primeras predicciones, referidas a las imágenes planteadas, intentando dar explicación al fenómeno.

*Se espera que los/as estudiantes logren familiarizarse con **las huellas que dejan algunos seres vivos en las rocas**, lo que permite obtener información a través del tiempo. (No es necesario que surja de inmediato el término de “fósil”, ya que se definirá más adelante).*

2. (EXPRESAR / CONSTRUIR EL MODELO) **Responde de manera individual:**

- a) Dibuja y explica con tus palabras, ¿cómo piensas que se formaron estas huellas en las rocas?
- b) ¿Qué tienen en común las huellas de las imágenes anteriores? y ¿qué información nos dan?

Orientaciones para el docente:

El docente debe velar porque esta etapa se resuelva de manera individual, ya que tiene como propósito que los/as estudiantes logren expresar el modelo frente al fenómeno en cuestión. El docente puede sugerir la realización de un esquema en lugar de un dibujo, pero debe ser igualmente explicado en su desarrollo.

En a) se espera que el/la estudiante logre representar mediante un dibujo o un esquema la forma en que él piensa cómo se formaron estas huellas en las rocas (tal vez haciendo mención del tiempo o la deposición de sedimentos, pero todo esto de manera sencilla, ya que el/la estudiante está recién construyendo su modelo mediante la observación y sus conocimientos respecto a la primera etapa).

En b) se espera que el/la estudiante logre identificar que las huellas son de algún ser vivo marino (por lo común de las conchas), y que al encontrarse en una zona precordillerana, significa que alguna vez hubo vida marina en ese lugar geográfico.

3. (EVALUAR EL MODELO) **Las huellas que observaste en las imágenes anteriores, corresponden a “fósiles”. Por lo tanto, ahora que has expresado tus ideas, te invitamos a ponerlas a prueba. (35-40 minutos)**

Orientaciones para el docente:

En la etapa de experimentación el docente debe gestionar muy bien los tiempos. La actividad no debe exceder los 45 minutos. Cada estudiante debe contar con sus materiales, de lo contrario el docente puede asignarle pareja de trabajo.

***Pasos:** 1) El docente debe revisar que el fondo del vaso quede cubierto de arcilla de manera homogénea (no más de 3 cm de espesor). 2) El docente debe revisar que todas las conchas queden con su concavidad hacia arriba de tal manera que al retirarla, la huella sea visible en la arcilla. 3) Revisar que no se derrame arena o harina sobre la mesa ni al suelo. Cuidar que el vaso no quede cubierto de arena, ya que debe quedar lugar para colocar las piedras (no más de 6-7 cm de espesor, si los vasos son de 500 cc). 4) Cuidar que las piedras no sean muy grandes, para que quepan dentro del vaso y puedan ejercer presión sobre el resto de los materiales. (La presión que se debe ejercer es mínima si se realiza con la mano, cuidando no romper el vaso ni la concha). 5) No destinar más de 5 minutos a guardar el resto de los materiales y dejar sólo sobre la mesa el vaso. 6) El docente debe disponer de 3 recipientes plásticos para recibir las piedras, arena y harina (según el material que hayan llevado los/as estudiantes). Esto tiene el propósito de reciclar materiales para una próxima implementación de la actividad o para fines decorativos al interior del establecimiento. (El docente debe revisar que quede lo menos de arena o harina en el vaso para que sea posible retirar la concha sin dificultades por los/as estudiantes y que esto no afecte la visualización de la huella) 7) Finalmente, revisar que los/as estudiantes logren sacar la concha de la arcilla sin que ésta última se desprenda del vaso.*

(De acuerdo al conocimiento que tenga el docente sobre sus estudiantes, puede hacerlos trabajar en parejas, pero enfatizando que el desarrollo de las preguntas a continuación se resuelve de manera individual)

*En el desarrollo de las preguntas se espera que los/as estudiantes respondan de manera individual, y logren explicar el proceso de fosilización mediante la observación e interpretación previa de la actividad realizada. La parte **a)** está dedicada a la “observación”, aquí se espera que los/as estudiantes representen mediante dibujos las etapas del procedimiento, describiendo con sus palabras la forma que tomó la arcilla al fondo del vaso luego de retirada la concha y por qué quedó con la forma de la concha. La parte **b)** permite que el/la estudiante interprete el rol de cada material (concha, arena y piedras), donde se espera que logren identificar que la concha puede ser cualquier ser vivo, la arena representa sedimentos o capas de tierra pertenecientes a la corteza, al igual que las piedras que pueden considerarse como grandes masas de rocas las cuales entregan información de la Tierra. También se espera que logren interpretar que los procesos donde ocurre el*

“sacado” de materiales corresponden a múltiples factores, tanto geográficos como humanos. Finalmente en la pregunta c) se espera que los/as estudiantes sean capaces de explicar con sus palabras y en base a lo observado en la actividad experimental el proceso de fosilización; haciendo mención de las etapas de éste.

4. (REVISAR EL MODELO) **Observa con atención el video que mostrará el profesor/a y luego explica a continuación, con tus palabras, lo que ocurre en cada imagen de acuerdo al proceso de fosilización (si gustas puedes usar tu celular para escanear el código QR a continuación y observar de manera más nítida el video).**



goo.gl/YVs2ql

Orientaciones para el docente:

El docente facilita, mediante recursos audiovisuales la proyección del video que muestra, de manera animada, el proceso de fosilización de un pez y una hoja. Menciona a los/as estudiantes la toma de apuntes respecto a lo que va ocurriendo en el video, ya que después deberán explicar brevemente cada etapa del proceso según las imágenes expuestas en la guía. Además permite por medio del código QR y la dirección web insertos en la guía, el acceso al recurso para una posterior revisión por parte de los estudiantes.

Se espera que el/la estudiante logre describir que los organismos vivos (cuáles sean estos) con el paso del tiempo mueren (o quedan atrapados), se descomponen sus partes blandas, quedando solo las partes duras las cuales se van cementando con capas y capas de sedimentos varios. Luego de largos procesos de cambios en la corteza (oceánica o continental), estas capas van cambiando su orientación, lo que gracias a procesos de excavación (geólogos) o naturales (como la erosión) va dejando en la superficie, capas internas que guardan en ellas lo que conocemos como “fósiles”.

5. (CONSENSUAR EL MODELO) **Discute con el grupo curso lo que respondieron en la letra c) del apartado 3 y luego responde de manera individual:**

Orientaciones para el docente:

El docente en esta etapa, debe guiar completamente la actividad, ya que tiene el propósito de consensuar el modelo, es decir, acordar una explicación general del proceso de fosilización. Por lo que el docente debe solicitar a sus estudiantes que revisen y comparen con su compañero/a de puesto lo que respondieron en la pregunta c) del apartado 3, para discutir similitudes y diferencias entre ambas explicaciones sobre el proceso de fosilización. Luego de que lleguen a un consenso, el profesor solicita una puesta en común, pero esta vez con el grupo curso, donde cada pareja da a conocer su explicación. De este modo el docente ayuda a los/as estudiantes a formalizar la explicación del proceso de fosilización, haciendo ver a sus estudiantes los aspectos que repasaron en la actividad práctica y en la visualización del manipulativo. Para que finalmente, cada estudiante, de manera individual, logre responder a las preguntas planteadas en la guía del estudiante: “¿Qué aprendiste en torno al proceso de fosilización? y ¿qué historia nos cuentan?”

6. (APLICAR EL MODELO) **¿Qué información te entregaría, si encontraras el fósil de una hoja en el patio de tu colegio? (Argumenta según lo aprendido)**

Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el/la estudiante debe ser capaz de aplicar el modelo de fosilización a un caso particular, que sería encontrar el fósil de una hoja en el patio del colegio. Se espera que expliquen el hallazgo desde la mirada del proceso completo e interpreten la historia que contaría este fósil, al ser encontrado.

Esta actividad puede ser considerada el cierre de la clase, lo cual queda a criterio del profesor que los/as estudiantes la realicen de inmediato o la presenten en la siguiente clase.

GUÍA 2 (PARA EL DOCENTE): “Jugando a ser geólogos”

IDEA CLAVE A DESARROLLAR: “Los materiales terrestres se originan y modifican a través de procesos cíclicos (ciclo de las rocas)”

Se espera que los/as estudiantes logren:

- Clasificar las rocas según su formación e identificar el tipo según su proceso de formación.

1. (NECESIDAD DE UN MODELO) Los siguientes son paisajes de Chile, en cada uno hay un tipo especial de roca, obsérvalos y luego comenta en grupo las siguientes preguntas:



Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el docente debe proponer la formación de grupos de trabajo (no más de 4 personas), guiar la discusión de tal manera que todos/as los/as estudiantes puedan realizar sus primeras predicciones sobre los tipos de rocas que se pueden encontrar en cada paisaje.

Si el docente cuenta con rocas extraídas de paisajes como los de las imágenes anteriores, se pueden mostrar a los/as estudiantes de modo que las diferencias entre cada tipo de roca sea más visible.

2. (EXPRESAR / CONSTRUIR EL MODELO) De los paisajes anteriores se extrajeron distintos tipos de rocas, en base a esto responde las siguientes preguntas.

Orientaciones para el docente:

En esta etapa el docente debe solicitar que se respondan las preguntas de manera individual, ya que tiene como propósito que los/as estudiantes logren expresar el modelo frente al fenómeno en cuestión.

En **a)** se espera que el/la estudiante relacione ciertas características como el color y la forma de las rocas con los paisajes, donde la roca 1 corresponde al paisaje de las Capillas de mármol (3) lo que se puede deducir por el color y la forma cristalina, la roca 2 corresponde al paisaje de Quebrada Chañaral Alto (5) y se puede deducir por el color además del nombre con prefijo igni referente a una formación volcánica, la roca 3 corresponde al paisaje de Quebrada el Hielo (4) se puede deducir por el color y la forma de la roca, la roca 4 corresponde al paisaje de Cordillera de la costa cerca de Chañaral (6), lo que se puede deducir por la forma y color de la roca, la roca 5 se puede encontrar en ríos como el de la imagen de Río Aconcagua (2) y finalmente la roca 6 se puede encontrar en las cercanías del paisaje de la imagen del Volcán Villarrica (1).

En **b)** se espera que el/la estudiante responda que las diferencias están dadas por el entorno en el que se encuentran, pueden surgir ideas de procesos como erosión o la edad de la roca; el docente debe procurar que en esta etapa los/as estudiantes solo construyan un modelo en base a las observaciones que hicieron y sus conocimientos previos.

En **c)** se espera que el/la estudiante relacione las características que escribió en a) por medio de semejanzas de tal forma que logre formar ciertos grupos de rocas, esta relación puede estar dada por el color (oscuro o claro) por la forma (lisa o granulada), entre otras maneras de clasificar. La relación que se espera que logren es por medio del tipo de roca (roca 1 y 4 son metamórficas, roca 2 y 6 son ígneas, roca 3 y 5 son sedimentarias), sin embargo como el/la estudiante está construyendo un modelo será necesario que el docente guíe el conocimiento hasta la clasificación de rocas anteriormente mencionada.

Luego de que el docente formalice los tipos de rocas, según las definiciones dadas en el glosario adjunto, éste debe preguntar a los/as estudiantes: "Recordando el proceso de fosilización (guía 1), ¿en qué tipo de roca es posible encontrar fósiles?", con el propósito de que relacionen la formación de un fósil con las rocas sedimentarias, dando sentido y cohesión a ambas clases.

3. (EVALUAR EL MODELO) Las rocas que observaste anteriormente tienen ciertas diferencias, sin embargo es posible conectarlas por medio de procesos dentro del "ciclo de las rocas". A continuación formen grupos de 4 personas para el desarrollo de la siguiente actividad: **(45 minutos)**

Orientaciones para el docente:

En la etapa de experimentación el docente debe gestionar muy bien los tiempos. La actividad no debe exceder los 45 minutos. Cada grupo de estudiantes debe contar con sus materiales, de lo contrario el docente puede asignar a los integrantes en otros grupos.

Pasos: **1)** El docente debe procurar que cada grupo mezcle en un bowl todos los ingredientes, cuidando que no cada grupo trabaje de forma ordenada. **2)** El docente debe revisar que las mezclas luego del amasado sean homogéneas de modo que se observe un solo color en cada una. **3)** El docente debe revisar que las masas sean divididas en porciones del tamaño de un puño y con forma de bola **4)** En este paso el docente debe explicar a los alumnos que debido a lo difícil que resulta calentar pan en un establecimiento, las masas que cada grupo hizo deben ser guardadas para calentarlas en sus hogares, explicando que deben precalentar un horno por 5 minutos a 180°, luego pinchar los panes con un tenedor y hornear por 30 minutos. **5)** Luego de la explicación del paso 4 el docente debe pedir que saquen el pan preparado, de preferencia pan batido "marraqueta" (por la cantidad de miga que tiene), para luego separar la miga en trozos de distintos tamaños. **6)** El docente debe procurar que los/as estudiantes junten las migas anteriormente separadas para luego comenzar con el desarrollo de las preguntas de la actividad de manera individual.

En el desarrollo de las preguntas se espera que los/as estudiantes respondan de manera individual, y logren realizar analogías entre los procedimientos para hacer pan con los que se necesitan para la formación de las rocas. La parte **1)** está dedicada a responder en base a la "**observación**", aquí se espera que los/as estudiantes expliquen las acciones que realizan en cada paso para la formación de la masa del

pan. En **a)** se espera que el/la estudiante relacione el procedimiento de amasar con el de aplicar presión. En **b)** se espera que el/la estudiante conteste que el proceso es el de aplicación de calor (como no puede llevarse a cabo, se sugiera al docente que muestre un breve video sobre el horneado de pan para evidenciar de mejor manera esta etapa). En **c)** se espera que el/la estudiante conteste que el pan se enfrió o que se endureció. En **d)** se espera que el/la estudiante logre identificar las acciones de separar y unir las migas de pan, con el propósito de volver a formar una sola miga. **(Es importante que el docente haga mención que el proceso de hacer pan, no explica en su totalidad el proceso de formación de rocas, sino que representa de manera cercana parte de estos procesos, pero no responde a todos ellos).** La parte 2) permite que el/la estudiante interprete el rol de cada procedimiento y material. En a) se espera que el/la estudiante relacione los materiales con rocas, restos de seres vivos, incluso con algún otro organismo. En b) se espera que el/la estudiante relacione el proceso de amasar el pan con la compactación o sea la aplicación de un proceso de presión. En c) se espera que el/la estudiante relacione el proceso de aplicar calor en el pan con el de aplicar calor en las rocas, ya sea llevándolas hasta el derretimiento o solo calentando hasta unirlas con otros materiales. En d) se espera que el/la estudiante relacione que al enfriarse el pan, es un procedimiento semejante al enfriamiento de magma o lava, de modo que cuando se enfrían se genera una roca del tipo ígnea. Finalmente en e) se espera que el/la estudiante comprenda las limitaciones que tiene la analogía del pan en el ciclo de las rocas, entendiendo que si se calienta la miga del pan no se puede volver a la masa inicial antes de hornearse. En cambio, en el ciclo de las rocas si se puede completar el ciclo desde una roca metamórfica a una ígnea (por medio del proceso de derretimiento y luego enfriamiento).

4. (REVISAR EL MODELO) **Realiza una analogía indicando qué procesos de formación de las rocas se asemejan a los de la preparación de pan; ocupa las siguientes palabras para completar en el recuadro de “Formación de rocas”**

Orientaciones para el docente:

El docente regresa a los conocimientos expuestos anteriormente en la fase de “Evaluar el modelo” retomando los temas de tipos de rocas y sus procesos de formación. Los/as estudiantes deben contestar relacionando los procesos en la parte **a)**, donde el amasar representa el ejercer presión, el colocar en el horno representa el aplicar calor, Sacar del horno representa el enfriar, separar migas a formar sedimentos (deposición) y juntar algunas migas en una sola a ejercer presión. Luego en la parte **b)** los/as estudiantes deben contestar relacionando las fases por las que pasa el pan con los procesos de formación de las rocas, donde el pan al sacarlo del horno representa una roca ígnea, el pan separado en migas representa los sedimentos, la unión de pan en una sola miga representa una roca sedimentaria y un supuesto proceso de meter una miga de pan al horno para luego sacarla y esperar que se enfríe representará una roca metamórfica.

5. (CONSENSUAR EL MODELO)

- Comenta con tu compañero/a de puesto por medio de qué procesos creen que se forman los distintos tipos de rocas. ¿Son iguales sus respuestas?, escríbelas a continuación.
- Lleguen a un consenso como grupo curso y describan los procesos por medio de los cuales se forman los distintos tipos de rocas, si gustas puedes hacer un esquema.

Orientaciones para el docente:

El docente en esta etapa, debe guiar completamente la actividad, ya que tiene el propósito de consensuar el modelo, en este caso, consensuar la explicación de los procesos de formación y de tipos de rocas. Por lo que el docente debe solicitar a sus estudiantes que revisen y comparen con su compañero/a de puesto lo que respondieron en las preguntas anteriores sobre los procesos de formación de rocas. Luego de que lleguen a un consenso, el profesor solicita una puesta en común, pero esta vez con el grupo curso, donde cada pareja da a conocer su explicación. De este modo el docente ayuda a los/as estudiantes a formalizar la explicación de los tipos de rocas y de los procesos de formación de las rocas, destacando la formación de un ciclo de las rocas. Para que finalmente, cada estudiante, de manera individual, realice un esquema que les permita explicar la formación de los distintos tipos de rocas.

6. (APLICA EL MODELO) **Observa con atención el recurso que mostrará tu profesor/a y luego explica en qué consiste cada uno de los procesos de la formación de rocas, sedimento y lava (Si gustas puedes usar tu celular para escanear el código QR a continuación y observar de manera más nítida el manipulativo virtual).**



goo.gl/B5XFTz

Orientaciones para el docente:

*En esta etapa, el/la estudiante debe ser capaz de aplicar el modelo del ciclo y los tipos de rocas a las animaciones de un manipulativo virtual que mostrará el docente. Además permite por medio del código QR y la dirección web insertos en la guía, el acceso al recurso para una posterior revisión por parte de los estudiantes. En **a)** se espera que los/as estudiantes respondan que el proceso para obtener sedimento desde una roca ígnea es la erosión, él para obtener una roca metamórfica es la aplicación de calor y presión (metamorfismo) y el proceso para obtener magma y lava es el derretimiento. En **b)** se espera que los/as estudiantes **respondan** que para obtener una roca sedimentaria a partir de sedimentos es necesario un proceso de deposición. En **c)** se espera que los/as estudiantes responda que para la formación de un sedimento a partir de una roca sedimentaria es necesario un proceso de erosión, para la formación del magma y lava es necesario un proceso de derretimiento y para la formación de una roca metamórfica es necesario un proceso de aplicar calor y presión en la roca (metamorfismo). En **d)** se espera que el/la estudiante responda que para la transformación de una roca metamórfica a un sedimento es necesario el proceso de erosión y que para la formación de magma y lava es necesario el derretimiento. Finalmente en **e)** se espera que el/la estudiante describa que luego de un proceso de volcanización, la lava se enfrió en el ambiente y se transformó en una roca ígnea.*

Para cerrar la actividad se presenta un espacio donde el/la estudiante debe dibujar el ciclo de las rocas, lo que conlleva el conocimiento de los procedimientos y tipos de rocas o elementos presentes en el ciclo. También se espera que logre responder el proceso de fosilización (guía 1), de acuerdo a lo recién visto en formación de rocas sedimentarias.

Es necesario mencionar que el desarrollo de esta guía puede exceder las dos horas pedagógicas, por lo que se sugiere al docente considerar la realización de las primeras tres o cuatro etapas (necesidad, expresar, evaluar y revisar) en una primera clase, dejando para la siguiente el consenso del modelo, (la aplicación puede ser desarrollada en la casa).

GUÍA 3 (PARA EL DOCENTE): *¿Cuántos años tiene la Tierra?*

IDEA CLAVE A DESARROLLAR: *“La escala de tiempo geológico constituye el marco temporal en el que se ubica la evolución histórica de la Tierra”.*

Se espera que estudiante logre comprender:

- Concepto de tiempo geológico.
- Factores que modelan el relieve terrestre bajo el concepto de tiempo geológico.

1. (NECESIDAD DE UN MODELO) Lee, analiza la siguiente noticia y responde de manera individual las preguntas a continuación:

Geólogos descubren en Canadá corteza original de la Tierra (Autor: D. Silva)

La muestra que lograron recuperar tiene 4.300 millones de años, la más antigua encontrada hasta ahora.



(Carnegie Institution)

Un equipo de expertos ha logrado desenterrar en Québec lo que al parecer sería un trozo de la corteza original de la Tierra.

Para determinar su composición, los investigadores analizaron el granito en el que se encontraba incrustado por señales químicas para detectar si efectivamente habían existido rocas precursoras que se derritieron y reciclaron para formar las actuales capas.

Según los expertos, el estudio de la muestra arrojó que su formación ocurrió hace 4.300 millones de años aproximadamente. Hasta ahora, los trozos de corteza más antiguos encontrados tenían cerca de 2.700 millones de años.

“Las rocas que tienen entre 3.600 y 3.800 millones de años de antigüedad podemos contarlas con los dedos de una mano”, señala Jonathan O’Neil, geólogo líder de la investigación. “Tenemos una cantidad muy limitada de muestras de rocas para entender los primeros mil millones de años de la historia de la Tierra”.

Según indicó O’Neill a la revista Popular Mechanics, es muy probable que esta muestra estuvo bajo los primeros océanos de la Tierra.

El estudio de estas primitivas muestras de corteza pueden entregar a los geólogos nuevas pistas sobre los

orígenes y formación de la Tierra, además de la composición de otros planetas del sistema solar.

La investigación fue publicada en la revista Science.

(Marzo, 2017)

Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el docente debe incentivar la lectura de la noticia mostrada, para ser conversadas en pequeños grupos de trabajo (no más de 4 personas) y luego escribir sus respuestas de forma individual. Se espera que los/as estudiantes hagan mención al estudio de la comprensión de la Tierra y su formación o incluso su relación con el ciclo de las rocas.

2. (EXPRESAR / CONSTRUIR EL MODELO) Según la noticia anterior, responde:

Orientaciones para el docente:

El docente debe velar porque esta etapa se resuelva de manera individual, ya que tiene como propósito que los/as estudiantes logren expresar el modelo frente al fenómeno en cuestión. El docente debe asegurar que los estudiantes respondan fundamentando sus respuestas bajo su propia lógica de construcción del modelo.

En **a)** se espera que el estudiante logre vincular factores tanto naturales como humanos, que puedan haber afectado en la cantidad mínima de este tipo de rocas y también la dificultad para encontrarlas.

En **b)** se espera que el/la estudiante utilice los conocimientos obtenidos de la guía 1 para responder, si conoce la fecha de las primeras manifestaciones de vida terrestre, negar la posibilidad de encontrar rastros de algún ser vivo en ella o, si no conoce la fecha de las primeras manifestaciones de vida, responder intuitivamente la fecha de aquel evento.

En **c)** se espera que el/la estudiante utilice los conocimientos obtenidos en la guía 2 para responder teóricamente, basándose en el ciclo de las rocas, sobre algunas de las formas en que haya sido posible la permanencia de aquellas rocas encontradas.

En **d)** se espera que el/la estudiante, al desconocer las magnitudes del tiempo geológico, realice una estimación errada sobre la ubicación de los eventos pedidos en la línea de tiempo.

3. (EVALUAR EL MODELO) Reconstruyendo la historia en un “calendario geológico” (25-30 minutos)

Orientaciones para el docente:

En la etapa de cálculo el docente debe supervisar y ayudar a los/as estudiantes que presenten dificultades. El procedimiento para calcular se ha simplificado ya que no es relevante en el desarrollo del objetivo de la guía.

Se espera que los/as estudiantes sitúen los eventos dentro del calendario de forma sencilla, sólo indicando el día y, dependiendo del nivel matemático que posean, pueden determinar las horas para los días en que haya más de un evento.

(De acuerdo al conocimiento que tenga el docente sobre sus estudiantes, puede hacerlos trabajar en parejas, pero enfatizando que el desarrollo de las preguntas a continuación se resuelve de manera individual)

En **a)** se espera que el/la estudiante logre situar correctamente los eventos pedidos dando cuenta de su cronología en el calendario, enfatizando que la mayoría de los eventos suceden en un corto periodo al compararlos con otros.

En **b)** se espera que el/la estudiante fundamente su respuesta utilizando los conocimientos de las guías 1 y 2, destacando el estudio de fósiles y del ciclo de rocas como aportes en la reconstrucción de la historia de nuestro planeta.

En **c)** se espera que el/la estudiante describa los procesos como continuos y muy lentos, los cuales no son visibles en periodos cortos. Destacar que algunos de ellos pueden ser visibles en eventos a gran escala.

4. Modelando el relieve terrestre

Juega con el siguiente manipulativo, señalando los agentes geológicos modeladores del relieve y estima el tiempo que ha transcurrido para estos cambios. (puedes encontrar el manipulativo escaneando el código QR con tu celular o ingresando a la página web bajo el código)



Orientaciones para el docente:

En esta etapa el docente procura llevar a los/as estudiantes a una sala de computación, señalando que el manipulativo debe ser abierto en el navegador "Internet Explorer" (debido a que cuenta con soporte Java y Flash). En caso de que el establecimiento no cuente con las instalaciones para el trabajo individual de cada estudiante, se sugiere que el manipulativo sea proyectado en la sala de clases. Además el docente permite por medio del código QR y la dirección web insertos en la guía, el acceso al recurso para una posterior revisión por parte de los estudiantes.

Se espera que el/la estudiante juegue y revise el concepto de tiempo geológico, en cuanto a su estimación de tiempo y agentes que modelan los cambios que se muestran en cada imagen.

En a) se espera que el/la estudiante identifique los diversos agentes modeladores del relieve terrestre.

En b) se espera que el/la estudiante pueda estimar órdenes de magnitud que se utilizan en el tiempo geológico.

5. (CONSENSUAR EL MODELO) Comenta con tu compañero/a de puesto

Orientaciones para el docente:

El docente en esta etapa, debe guiar completamente la actividad, ya que tiene el propósito de consensuar el modelo, es decir, acordar una explicación general del concepto de tiempo geológico. Por lo que el docente debe solicitar a sus estudiantes que revisen y comparen con su compañero/a de puesto lo que respondieron en la pregunta b) del apartado 4. Esto tiene la finalidad de que posteriormente logren, de manera individual, responder la importancia que tiene el tiempo geológico y las ventajas que aporta al estudio de las ciencias de la Tierra.

6. (APLICA EL MODELO) La erosión en el tiempo

Orientaciones para el docente:

En esta etapa, el/la estudiante debe ser capaz de aplicar el modelo de tiempo geológico a diferentes casos, en donde se aprecia el cambio en paisajes, relieve terrestre o rocas debido a factores erosivos o de la dinámica terrestre, identificándolos y junto con ello estimando el tiempo.

Esta actividad puede ser considerada el cierre de la clase, lo cual queda a criterio del profesor que los/as estudiantes la realicen de inmediato o la desarrollen en sus casas.

Es necesario mencionar que el desarrollo de esta guía puede exceder las dos horas pedagógicas, por lo que se sugiere al docente considerar la realización de las primeras dos o tres etapas (necesidad, expresar, evaluar) en una primera clase, dejando para la siguiente las restantes (revisar, consensuar y aplicar el modelo).

GLOSARIO (Secuencia didáctica)

En las guías se utilizan conceptos que deben conocer los docentes, para posteriormente definirlos a los/as estudiantes, sin embargo pueden existir algunos que causen dificultades en su entendimiento. Por este motivo, a continuación presentamos una lista de términos abordados en el desarrollo de la secuencia didáctica, con sus respectivas definiciones.

1) Fósil: Vestigio o huella, que permite evidenciar la existencia de organismos en épocas geológicas antiguas.

2) Rocas ígneas: Rocas formadas por la solidificación del magma fundido.

Según el porcentaje de silicatos presentes en las rocas ígneas, estas se clasifican en ácidas y básicas.

- **Rocas ígneas ácidas:** Ricas en silicatos, con tonalidades claras y de gran resistencia.
- **Rocas ígneas básicas:** Pobres en silicatos, son oscuras y de menos dureza que las ácidas.

Según dónde se realice el enfriamiento de rocas ígneas, éstas pueden ser intrusivas o extrusivas:

- **Rocas ígneas intrusivas:** Resultan del lento enfriamiento del magma en el interior de la corteza.
- **Rocas ígneas extrusivas:** Derivan del enfriamiento rápido de la lava.

3) Rocas sedimentarias: Se forman por la deposición y acumulación de fragmentos o restos orgánicos transportados por el agua, o por precipitación a partir de una solución

Las rocas sedimentarias pueden ser de dos orígenes (químico y orgánico).

- **Rocas sedimentarias de origen químico:** Se forman por la consolidación de minerales carbonatados, como las rocas calizas, los yesos y las arcillas.
- **Rocas sedimentarias de origen orgánico:** Proviene de la deposición y acumulación de restos de origen orgánico y de restos calcáreos como las diatomeas, y de la acumulación de restos orgánicos vegetales, como el carbón.

4) Rocas metamórficas: Son el resultado del proceso de metamorfismo, consistente en la lenta transformación en la composición y estructura de los minerales que constituyen las rocas preexistentes: ígneas o sedimentarias. Estos cambios se deben a que las rocas se ven sometidas a elevadas temperaturas, presiones y reacciones químicas en que interviene dióxido de carbono y el agua. Las rocas metamórficas son comunes en zonas montañosas donde los continuos levantamientos y hundimientos someten a gran presión y temperatura a las rocas existentes.

5) Proceso de erosión: Consiste en la destrucción o descomposición de las rocas, su transporte y depósito. La erosión comprende tres etapas: en la primera ocurre la acción destructiva del interperismo, en la segunda el acarreo o transporte de los materiales desintegrados, y en la tercera la deposición de los materiales; este proceso forma llanuras y rellena depresiones. Las dos primeras etapas son destructivas y la tercera constructiva.

Los agentes de la erosión son: el viento, temperatura, agua, organismos vegetales y animales, hombre.

6) Proceso de sedimentación o deposición: Los materiales resultantes de la erosión se depositan en masas de tierra.

7) Proceso de metamorfismo: Transformación que sufre la roca en el interior de la Tierra debido a la exposición a grandes temperaturas y presiones

8) Proceso de derretimiento: A diferencia del metamorfismo la roca alcanza un punto de fusión quedando en estado magmático.

9) Tiempo geológico: Es una escala utilizada para ubicar temporalmente procesos geológicos ocurridos en el planeta desde su formación.

Fuentes de referencia:

-Geografía bachillerato SEP (Teresa Ayllón; Lourdes Avendaño)

-Introducción a las ciencias de la Tierra (I.G. Gass; Peter J. Smith; R.C.L. Wilson)

ANÁLISIS CRÍTICO DE UNA NOTICIA

I. La siguiente noticia fue escrita por un periodista de CNN Español, por lo que existen ciertos conceptos errados debido a que no fue redactada por un científico con conocimiento profundo del tema. A continuación, léala para luego responder las preguntas propuestas en la siguiente página.

Geólogos argentinos encuentran forma de vida que podría ser el antecesor de los animales actuales



(CNN Español) - El extraordinario hallazgo en tierras argentinas podría ser el registro más antiguo de formas de vida encontrado en Sudamérica, según geólogos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (Conicet).

Se trata de un conjunto de seres vivos que datan de hace 4400 millones de años, y que, precisamente por su antigüedad, se cree que convivieron con los primeros mamíferos del planeta.

El hallazgo fue hecho en Cerro Negro, en la ciudad de Olavarría, en la provincia de Buenos Aires. Son un grupo de huellas o impresiones de cuerpos blandos encontrados en rocas de origen volcánico.

"Estos microfósiles son muy escasos en el mundo; sólo han aparecido en Canadá, Australia, Namibia, China, Rusia, Reino Unido... ¡y ahora en Argentina!", dice Daniel Poiré, citado por el Conicet. Poiré es investigador principal del trabajo que da cuenta del descubrimiento y que fue publicado en la revista *ScientificReports*.

Ahora resta analizar más lo encontrado, pues si se comprueba que son organismos marinos, implicaría que en esta zona hubo alguna vez mar, una teoría existente.

Según los investigadores, lo que está claro es que es una forma de vida más antigua que el periodo Cámbrico, de hace 4400 millones de años.

"En ese cambio de período irrumpió una gran variedad de fauna diversificada -la antecesora de los animales que hoy conocemos-, y especies como *Aspidella* no subsistieron", explica el Conicet.

II. Responde:

1. ¿Cuál es la idea central de la noticia?

2. ¿Quién es el encargado de redactar la noticia?, ¿con qué interés la redacta?

3. A continuación escribe 4 ideas expuestas en la noticia

4. ¿Consideras que la información que entrega la noticia es correcta?, ¿por qué?

5. A continuación escribe cada afirmación que consideras incorrecta y justifica por qué piensas que lo son:

Afirmación	Justificación

6. Transforma las justificaciones anteriores de modo que la noticia tenga cierto grado de veracidad (estima si es necesario)

Afirmación	Justificación

RUBRICA ANÁLISIS CRÍTICO DE NOTICIA

Pregunta	Excelente (3pts.)	Satisfactorio (2pts.)	En progreso (1pto.)	Iniciado (0pts.)
1	Identifica la idea central de la noticia.	Identifica parcialmente la idea central de la noticia.	Identifica ideas que no corresponden a la idea central de la noticia.	No identifica la idea central de la noticia.
2	Identifica al encargado de redactar la noticia y la intención con que lo hace.	Identifica al encargado de redactar la noticia, pero no la intención con que lo hace.	No identifica al encargado de redactar la noticia, pero si la intención con que lo hace.	No identifica al encargado de redactar la noticia ni la intención con que lo hace.
3	Escribe 4 ideas expuestas en la noticia.	Escribe 3 ideas expuestas en la noticia.	Escribe 2 o 1 idea expuesta en la noticia.	No escribe ideas expuestas en la noticia.
4	Argumenta de manera concreta por qué la información que entrega la noticia es incorrecta.	Argumenta parcialmente por qué la información que entrega la noticia es incorrecta.	Entrega argumentos que no permiten afirmar que la noticia contiene información incorrecta.	No argumenta el por qué la información que entrega la noticia es incorrecta.
5	Identifica la totalidad de las afirmaciones incorrectas (3 afirmaciones) y justifica el por qué son incorrectas.	Identifica 2 afirmaciones incorrectas en la noticia y justifica el por qué son incorrectas.	Identifica 1 afirmación incorrecta en la noticia.	No identifica las afirmaciones incorrectas en la noticia.
6	Transforma todas las afirmaciones de la pregunta 4 haciendo que la noticia tenga un carácter verdadero.	Transforma 2 afirmaciones de la pregunta 4 haciendo que la noticia tenga un carácter verdadero.	Transforma 1 afirmación de la pregunta 4 haciendo que la noticia tenga un carácter verdadero.	No transforma las afirmaciones de la pregunta 4.

PAUTA DE EVALUACIÓN

I. A continuación se presenta la noticia original y orientaciones para el docente

Geólogos argentinos encuentran forma de vida que podría ser el antecesor de los animales actuales



(CNN Español) - El extraordinario hallazgo en tierras argentinas podría ser el registro más antiguo de formas de vida encontrado en Sudamérica, según geólogos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (Conicet).

Se trata de un conjunto de seres vivos que datan de hace 545 millones de años, y que, precisamente por su antigüedad, no es posible determinar si son plantas o animales, afirma el Conicet.

El hallazgo fue hecho en Cerro Negro, en la ciudad de Olavarría, en la provincia de Buenos Aires. Son un grupo de huellas o impresiones de cuerpos blandos.

"Estos macrofósiles son muy escasos en el mundo; sólo han aparecido en Canadá, Australia, Namibia, China, Rusia, Reino Unido... ¡y ahora en Argentina!", dice Daniel Poiré, citado por el Conicet. Poiré es investigador principal del trabajo que da cuenta del descubrimiento y que fue publicado en la revista *ScientificReports*.

Ahora resta analizar más lo encontrado, pues si se comprueba que son organismos marinos, implicaría que en esta zona hubo alguna vez mar, una teoría existente.

Según los investigadores, lo que está claro es que es una forma de vida más antigua que el periodo Cámbrico, de hace 542 millones de años.

"En ese cambio de período irrumpió una gran variedad de fauna diversificada -la antecesora de los animales que hoy conocemos-, y especies como *Aspidella* no subsistieron", explica el Conicet.

ORIENTACIONES PARA EL DOCENTE

Las afirmaciones que deben identificar los/as estudiantes como incorrectas, para el total desarrollo de la evaluación, son:

1. ***“se trata de un conjunto de seres vivos que datan de hace 4400 millones de años”***, ya que el momento en que se desarrolla la vida primitiva es hace 3800 m.a.

2. ***“precisamente por su antigüedad, se cree que convivieron con los primeros mamíferos del planeta”***, ya que los mamíferos no aparecieron hasta hace 210 m.a. y las especies mencionadas datan de hace 545 m.a.

3. ***“Son un grupo de huellas o impresiones de cuerpos blandos encontrados en rocas de origen volcánico”***, ya que las huellas de seres vivos (fósiles), se encuentran en rocas sedimentarias. En rocas de origen volcánico (ígneas) no sería posible encontrar rastros de seres vivos con tanta datación.

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

El propósito de esta encuesta es, validar una propuesta didáctica basada en la práctica científica de modelización, que consta del diseño de 3 clases (una guía por clase), para abordar los contenidos de ciencias de la Tierra en estudiantes de Séptimo básico. Esta propuesta pretende ser un aporte al currículo nacional en el contenido de rocas (clasificación y ciclo), el cual se complementará con actividades referidas a: “fósiles” (como archivos históricos) y “tiempo geológico” (como la clave para entender todo proceso geológico).

El proceso de modelización consta de 6 etapas, las cuales se destacan en el desarrollo de cada guía. Estas etapas (para una mejor interpretación y observación de los instrumentos), se detallan a continuación:

- 1. Sentir la necesidad de un modelo:** se presenta un fenómeno a explorar, donde los/as estudiantes realizan sus primeras predicciones, frente a una pregunta que requiere explicación.
- 2. Expresar y construir el modelo:** de manera individual, cada estudiante expresa su modelo inicial a utilizar para responder al fenómeno en cuestión.
- 3. Evaluar el modelo:** los/as estudiantes ponen a prueba el modelo de manera empírica, profundizan la exploración del fenómeno, facilitando la obtención de pruebas y/o resultados.
- 4. Revisar el modelo:** los/as estudiantes consideran nuevos puntos de vista que resulten un aporte para el modelo inicial.
- 5. Consensuar el modelo:** se realiza una puesta en común entre los modelos de los/as estudiantes, para lograr consensuar un modelo general.
- 6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos:** adaptar el modelo final para aplicarlo a nuevas situaciones.

En su calidad de experto, sus observaciones y retroalimentaciones nos serán de gran utilidad en pos de mejorar esta propuesta, por lo que agradecemos desde ya su disposición y tiempo para revisar el documento y contestar la encuesta.

Para comenzar, solicitamos por favor complete los siguientes datos personales:

Nombre	:	
Títulos y grados	:	
Años de experiencia docente	:	
Tipo de establecimiento en el que se desempeña	:	
¿Ha enseñado contenidos sobre ciencias de la Tierra y/o modelización en los últimos cinco años?	:	

INSTRUCCIONES: Para cada indicador, elija una valoración según su criterio, de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente:

- 5: Completamente de acuerdo.
- 4: De acuerdo.
- 3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo.
- 2: En desacuerdo.
- 1: Completamente en desacuerdo.

INDICADOR	VALORACIÓN
PRIMER ÍTEM: DISEÑO	
La presentación de la guía es llamativa y estimula al estudiante a trabajar en ella	
Los títulos utilizados tanto en el inicio de la guía como en cada etapa son coherentes con la actividad	
La guía puede ser desarrollada en un tiempo de dos horas pedagógicas	
La redacción de la guía es clara y comprensible para séptimo básico	
La información presentada es concordante con el tema abordado	
El espacio asignado a cada respuesta es apropiado para su desarrollo	
El tamaño y tipo de letra utilizado es apropiado para facilitar la lectura de la guía	
Las indicaciones generales son claras y de fácil comprensión	
Las preguntas poseen una dificultad apropiada para séptimo básico	
Las actividades propuestas son de fácil implementación en el aula	
La guía del docente es adecuada y permite guiar el óptimo desarrollo de la clase.	
SEGUNDO ÍTEM: METODOLOGÍA	
La parte 1 de la guía permite realizar la "Necesidad del modelo" establecida en la metodología.	
La parte 2 de la guía permite realizar el "Expresar del modelo" establecido en la metodología.	
La parte 3 de la guía permite realizar la "Evaluación del modelo" establecida en la metodología.	
La parte 4 de la guía permite realizar la "Revisión del modelo" establecida en la metodología.	
La parte 5 de la guía permite realizar el "Consenso del modelo" establecido en la metodología.	
La parte 6 de la guía permite realizar la "Aplicación del modelo" establecida en la metodología.	
Las actividades propuestas cumplen con el desarrollo de las ideas claves.	
Los recursos virtuales son apropiados para el tema tratado.	

Estimado experto, ¿encontró la idea de tiempo geológico a lo largo de las tres guías?

SÍ:	<input type="checkbox"/>	NO:	<input type="checkbox"/>	Porque...
------------	--------------------------	------------	--------------------------	------------------

OBSERVACIONES

DATOS EXPERTOS VALIDADORES

Nombre (E.1)	: Patricio Oyarzún Roasenda		
Títulos y grados	: Profesor de Estado en Química y Biología / Licenciatura en Ciencias		
Años de experiencia docente	: 15 años		
Tipo de establecimiento en el que se desempeña	: Particular Subvencionado		
¿Ha enseñado contenidos sobre Cs. de la Tierra y/o modelización en los últimos cinco años?	: Sí		

Nombre (E.2)	: Miguel Angel Vilches Adasme		
Títulos y grados	: Profesor de Estado en Física y Matemática / Magíster en Educación		
Años de experiencia docente	: 30 años		
Tipo de establecimiento en el que se desempeña	: Municipal		
¿Ha enseñado contenidos sobre Cs. de la Tierra y/o modelización en los últimos cinco años?	: Sí		

Nombre (E.3)	: Hugo A. Salvo Feliú		
Títulos y grados	: Licenciado en Educación y profesor de Biología y Cs. Naturales		
Años de experiencia docente	: 12 años		
Tipo de establecimiento en el que se desempeña	: Particular Subvencionado		
¿Ha enseñado contenidos sobre Cs. de la Tierra y/o modelización en los últimos cinco años?	: Sí		

Nombre (E.4)	: Magalí Reyes Mazzini		
Títulos y grados	: Profesora de Estado en Matemáticas y Física / Magister en Ciencias, mención Geofísica / Maestría en Investigación Educativa		
Años de experiencia docente	: 49 años		
Tipo de establecimiento en el que se desempeña	: Enseñanza superior		
¿Ha enseñado contenidos sobre Cs. de la Tierra y/o modelización en los últimos cinco años?	: Sí		

Nombre (E.5)	: Daniela Medina		
Títulos y grados	: Licenciada en Educación y Pedagogía en Biología y Ciencias/ Máster Oficial en Investigación en Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias / Magister en Ciencias Sociales, mención en Investigación e Intervención Social en Sexualidades.		
Años de experiencia docente	: 10 años		
Tipo de establecimiento en el que se desempeña	: Municipal		
¿Ha enseñado contenidos de Cs. de la Tierra y/o modelización en los últimos cinco años?	: Sí		