

Ciencias de la Tierra

Maria Dibarboure

Las Ciencias de la Tierra o Geociencias conforman un conjunto de disciplinas científicas que construyen conocimientos sobre la Tierra y permiten comprender y explicar los procesos involucrados en la historia del planeta, así como las características evolutivas desde su origen. (Lacreu, 1999)

Lo que dicen las definiciones

GEOLOGÍA

Estudia:

- ▶ la forma interior del globo terrestre,
- ▶ la materia que lo compone,
- ▶ el mecanismo de formación,
- ▶ los cambios o alteraciones que esta ha experimentado desde su origen y
- ▶ la textura y estructura que tiene en el actual estado.

CIENCIAS DE LA TIERRA O GEOCIENCIAS

Son el conjunto de las disciplinas que estudian:

- ▶ la estructura interna,
- ▶ la morfología y la dinámica superficial y
- ▶ la evolución del planeta Tierra.

«La GEOLOGÍA es básicamente la CIENCIA DE LA TIERRA.»

(J. M. Garrido Romero; F. J. Perales Palacios; M. Galdón Delgado, 2008)

Se trata de una ciencia relativamente joven que involucra pasado, presente y futuro. Tiene como particularidad metodológica, las técnicas que utiliza para obtener las evidencias. Esas técnicas requieren de conocimientos físicos y químicos. Para Lacreu (1999), *«las geociencias forman parte de las ciencias naturales pues tienen afinidad en su objeto de estudio, sus metodologías de construcción de conocimientos y sus modos de razonamiento»*.

García Cruz (1998), por su parte, plantea que si bien la geología tiene un fuerte contenido experimental, tiene además un componente histórico donde se utilizan principios de gran potencial didáctico como el actualismo, la horizontalidad, la superposición de estratos y de relaciones cruzadas.

Muchos fueron los obstáculos epistemológicos que determinaron su desarrollo: las ideas sobre la edad del planeta, la noción de tiempo geológico, la inmutabilidad, la visión del mundo como un organismo, teorías movilizadas y la metodología inductiva positivista, entre otros.

Muchos de esos obstáculos epistemológicos coinciden, en cierta medida, con las **ideas previas que tienen los alumnos** en relación a determinados conceptos.

El presente material tiene tres componentes. Uno de ellos versa justamente sobre los obstáculos antes mencionados, para lo cual -al final- transcribiremos una síntesis del trabajo de C. M. García Cruz (1998).

Los dos componentes restantes son actividades elaboradas por docentes: Sylvia Porta y Silvana Fraccaroli, en el marco de la nueva propuesta programática.

Al igual que lo que ocurrió con las actividades presentadas para el área de la Astronomía, se busca mantener una **coherencia entre el marco conceptual y el metodológico**. En ambas actividades, las docentes exponen cómo trabajar lo conceptual, pero cuidando muy especialmente los procesos mediante los cuales buscan que los niños mejoren sus ideas.

Las actividades proponen: recoger datos, procesarlos (en ambos casos de manera diferente), buscar relaciones, interpretar y explicar.

Cabe destacar que la propuesta se piensa desde la perspectiva de los niños, de *lo que ya sabemos que los niños piensan*. En ese sentido, la bibliografía da cuenta de trabajos de investigación sobre dichas ideas.

Finalmente, en ambas actividades se destaca la **naturaleza de las preguntas** formuladas por los docentes, las que orientan claramente al desarrollo de las habilidades de pensamiento de los niños.

Los minerales y su caracterización

Sylvia Porta | Maestra. Especialista en Didáctica de la Educación Básica. Formadora de maestros en el área de Ciencias Naturales.

«La Tierra, este mundo maravillosamente extraño de nuestro Universo, apenas empieza a ser comprendido.»

Andrés Folguera (2006)

Fundamentación

La roca es uno de los constituyentes principales de la corteza terrestre, y el estudio y la clasificación de las mismas permite entender los procesos que ocurren en la corteza de la Tierra y en toda la Tierra.

No son elementos estáticos de la Tierra, sino que las rocas forman parte de ciclos en los que sufren diferentes transformaciones.

No alcanza con la descripción y la diferenciación de las rocas. Las evidencias deben dar lugar a interpretar y a encontrar explicaciones sobre los orígenes, los cambios y las transformaciones que sufren.

Es lograr comprender que las rocas son *archivos de información*, con presente, pasado, y sobre los que se pueden hacer proyecciones.

Creemos que este aspecto es de particular importancia si lo pensamos desde la perspectiva de la enseñanza, porque muestra que hay cuestiones que se reiteran más allá de las disciplinas. En el caso de la Biología, cualquier ser vivo que sea objeto de estudio aporta datos en relación a su pasado, y esto es explicado por la Teoría de la Evolución. Las rocas también tienen un pasado que es posible rastrear y muchos de los elementos explicativos son aportados, entre otras teorías, por la Teoría Tectónica de Placas.

Algunos aportes disciplinares necesarios para comprender la esencia de la actividad que se presenta

Un mineral

- Es una entidad natural, homogénea, de origen inorgánico, de composición química definida (dentro de ciertos límites), que posee propiedades características y, generalmente, tiene estructura de un cristal (forma cristalina).
- Posee una disposición ordenada de los corpúsculos que lo componen y esto da como resultado el desarrollo de superficies planas conocidas como caras. Si el mineral ha sido capaz de crecer sin interferencias, puede generar formas geométricas características, conocidas como cristales. La forma cristalina del mineral es consecuencia del tipo de ordenamiento de los corpúsculos que conforman al mineral.

Estos aspectos, vinculados con la composición y la disposición de los componentes del mineral, nos llevan a tener presente que las estructuras que se visualizan y caracterizan a los minerales son consecuencia de esa disposición.

También existen propiedades físicas que permiten distinguir minerales y sobre ellas es que trata la actividad que sigue.

Objetivo de la actividad

Ante diversas muestras de minerales:

- reconocer algunas de las propiedades que los identifican;
- establecer la relación entre esas propiedades y los objetos de que forman parte, a los efectos de visualizar la relación material-objeto-uso;
- analizar e interpretar datos registrados en una tabla.

La idea es que los niños tomen contacto con diversos minerales de la vida cotidiana, con la finalidad de encontrar características que les son comunes y otras que los diferencian. Para ello deberán comparar los datos de sus observaciones que registrarán en su tabla y realizar un análisis de esos datos.

Se pretende que reconozcan que hay características de un mineral que lo identifican y que no siempre es una característica en particular la que diferencia un material de otro, sino que, a veces, pueden ser varias las características que hacen que ese material sea ese y no otro.

Contenidos

Diversidad - Identidad - Mineral - Roca - Propiedades

Situación problema

Hay minerales que tienen diferentes usos. Con el yeso se hacen las estructuras para dar rigidez y así permitir reparar huesos; el mármol y el granito son usados en la construcción, para paredes, pisos, mesadas, suelos; la piedra caliza, llamada habitualmente cal, se usa para pintar. ¿Qué relación hay entre el uso de un mineral particular y las características de ese mineral? Esa es la situación planteada para estudiar.

Implementación

Primer momento

Los niños se dividen en equipos. Cada equipo completa la presente tabla con los conocimientos que tiene de la vida cotidiana.

Segundo momento

Una vez completada la tabla, se les propone a los equipos pensar sobre lo siguiente...

Elige uno de los minerales del cuadro...

¿Por qué crees que los objetos fabricados con el mineral elegido son fabricados con ese mineral y no con otro?

Explica.

Algunas consideraciones

Una de las fortalezas de la actividad es presentarles a los niños, minerales sobre los que generalmente no han pensado. La escuela menciona minerales en los alimentos, en leche, yogures, cereales, etc. Esas entidades llamadas minerales no son conceptualmente la misma *cosa* cuando hablamos en términos geológicos.

¿Qué ideas tienen los niños?

El problema de la relación mineral-roca

Para los niños pequeños, “*las rocas son cosas duras*”, “*las rocas son piedras*”, “*hay distintos tipos de piedras*”. Las anteriores son expresiones que, desde lo cotidiano, se utilizan mucho, y no solo por parte de los niños. Son pertinentes, entonces, las siguientes interrogantes:

¿Qué son las rocas? ¿Cómo se formaron?

¿De qué están hechas? ¿Cuáles son los minerales que las forman?

Conociendo Minerales						
Mineral	Uso	Color	Brillo	Frente al agua	¿Raya?	¿Se raya?
granito						
caliza						
yeso						
mármol						



Minerales en el volcán Dallol, Etiopía.

Foto: Carsten Peter, National Geographic

Al mismo tiempo:
¿Qué es un mineral? ¿Qué hace que el yeso sea yeso y no talco? ¿Es lo mismo decir mineral que decir roca?

Hay una lógica disciplinar que nos muestra claramente una secuenciación:

Sustancias - minerales - rocas - suelos - paisaje

Pero hay una lógica que tiene relación con la estructura psicológica del niño, que propone lo inverso (Kaufman; Fumagalli, 1999). Ante esto, los docentes nos preguntamos sobre lo que es más conveniente. Y como otras tantas veces, la respuesta es... lo que sea más significativo para el niño.

Creemos que por un camino u otro, los niños deben comprender que el mineral hace a la roca, esto es, la roca es la forma en que se presentan el o los minerales en la naturaleza.

Aspectos didácticos: El valor de la pregunta

Creemos que la actividad muestra la importancia de realizar algunas consideraciones en relación a las preguntas.

La actividad da lugar a que se promuevan preguntas que apuntan a:

- **obtener datos y comparar:** ¿Cuál es el mineral más duro? ¿Cuál es el que tiene menos brillo? ¿Cuál es el que no se puede rayar?
- **describir y comparar:** Menciona una o algunas características que identifican al yeso y lo diferencian del resto de los minerales.
- **buscar explicaciones:** ¿Por qué hay más de granito o de mármol?

Este último aspecto nos lleva a la historia de los minerales. Es necesario comprender que la caracterización de los minerales no está solo en el tipo de composición química que tengan, sino en cómo se disponen sus componentes en el espacio.

Es así que la temperatura y la presión entre otros obligan a ciertas disposiciones de los mismos componentes, dando minerales ligeramente diferentes.

¿Qué nos dice la forma de la roca?

Silvana Fraccaroli | Maestra. Formadora de maestros en el área de Ciencias Naturales.

El objetivo de la propuesta

El propósito de la actividad es alentar a los niños a buscar explicaciones sobre determinados fenómenos o procesos geológicos, a partir de observaciones y del diseño de experiencias y/o representaciones.

Conocimientos presentes en esta actividad y algunas posibles dificultades

Los niños tienen la idea de que el Planeta fue siempre igual, no cambia, es estático e inmutable. Esa perspectiva estática sobre la superficie terrestre se extiende a sus componentes; en este caso, las rocas. Generalmente se aceptan cambios solamente relacionados con situaciones catastróficas, donde se ve el inicio y el final del hecho o situación. Los procesos intermedios se desconocen y la idea misma de proceso también aparece como ausente en las apreciaciones de los niños (Pedrinaci, 2003).

La actividad que aquí se propone, permite trabajar desde los primeros niveles la idea de “dinamismo”, “cambio” y “transformación” en relación al suelo y las rocas.

El estudio de las rocas como contenido escolar permite que la idea de cambio tenga presencia, y que desde ese lugar se pueda enseñar que las rocas no son inmutables, y que se modifican por la acción de diversos procesos y agentes, dependiendo del ambiente en el que se encuentran. Según Pedrinaci, la idea de que las rocas no cambian es reforzada por lo perceptivo.

Las rocas que hoy vemos no son las mismas que estaban hace miles y miles de años, y aún más, unas rocas se pueden formar a partir de otras. Esto no surge de la observación directa. La observación directa nos da evidencias, y con ellas y teoría podremos suponer el proceso que allí tuvo lugar. C. M. García Cruz (1998) plantea que la imposibilidad de observación directa se constituye en un importante obstáculo en muchos fenómenos y procesos geológicos, y es por ello que al alumnado le resulta muy difícil asumir, por ejemplo, el tiempo geológico.

Pensar en cómo representar las rocas y en cómo diseñar experiencias para comprender cómo se originan y se transforman, es contribuir a ese proceso de abstracción que las geociencias requieren.

Las ideas de los niños sobre las rocas y su formación

Distintas investigaciones muestran que los niños comparten algunas ideas sobre las rocas, podemos escuchar expresiones como: “*Las rocas son cosas duras y macizas*”, “*Las rocas siempre son iguales*”, “*Las rocas son como piedras grandes*” (Pedrinaci, 2003; Lacreu, 1999). Según este último autor, «estas ideas en general se han construido a partir de un modelo interpretativo esencialmente fijista dominante en la historia de las geociencias hasta mediados del siglo XIX».

Resulta una gran dificultad construir la idea de que las rocas se han ido originando a lo largo de la historia, no olvidemos que estos procesos se producen a un ritmo lento y gradual, generalmente a cierta profundidad, y eso lo hace imperceptible a los ojos de cualquier observador. Difícilmente, los niños tengan la oportunidad, como mencionamos anteriormente, de observar directamente la formación de una roca nueva.

La actividad

La actividad que proponemos consiste en recoger rocas fragmentadas de determinada zona e intentar “descifrar” lo que su forma, color, textura y dimensiones pueden “decir” sobre ellas. Es parte de la actividad hacerse preguntas sobre las rocas para iniciar la construcción de la idea de cambio e inestabilidad de estas estructuras.

A partir de estas primeras “lecturas” que se harán con las rocas, los niños reconocerán la presencia de agentes que provocan sus cambios.

Desde lo metodológico se usarán diseños exploratorios y simulaciones que podrán ser armados por los propios niños.

Implementación

1.- Observación preliminar

Se les propone a los niños recoger 3 o 4 rocas fragmentadas que se encuentran en la costa. Podemos encontrar ejemplares distintos: piedras grandes, chicas, lisas, angulosas, redondeadas, algunas que parecen cortadas con un cuchillo, en puntas.

Se limpian y se colocan en un expositor que se puede construir con una caja dividida en sectores o con una huevera. Conviene poner algo en cada sector.

La consigna de trabajo consiste en mirar las rocas libremente y luego responder en equipo a las preguntas guía.

- ▶ ¿Qué comentarios surgen al observar las distintas rocas recogidas?
- ▶ Si nos detenemos en la forma, ¿hay diferencias?
- ▶ Si las hay, ¿cuál o cuáles pudieron ser las causas? ¿En qué se fijan para esa suposición?
- ▶ Si nos detenemos en su textura, nos formulamos las mismas preguntas, ¿hay diferencias?, ¿en qué nos fijamos?, ¿cuáles pueden ser las causas?
- ▶ Si pensamos que el agua es un agente que altera las piedras, ¿las alteró a todas por igual? ¿Por qué sí o por qué no?



2.- Observación intencionada:

El agua como agente de cambio

Esta segunda parte de la actividad permite avanzar en la idea de “cambio” y de “agentes” que los provocan.

La consigna de trabajo consiste en elegir una roca blanda entre las rocas encontradas. Se rompe en trozos y se colocan los fragmentos en un tarro de plástico con tapa. Luego se agrega agua hasta la mitad aproximadamente.

Se agita muchas veces el tarro y se espera un tiempo para que decante lo que está en suspensión, y así volver a mirar.

Nuevamente se trata de responder en equipo:

- ▶ ¿Cómo están los trozos de rocas? Describir.
- ▶ ¿Y el agua? Describir.
- ▶ ¿Qué explicación se puede dar a lo que se ve en ambos casos?
- ▶ Comparar con las rocas que no se pusieron en agua. Armar un cuadro con semejanzas y diferencias.
- ▶ ¿Cómo se explican las diferencias?

Aquí, el docente debe esperar que los niños establezcan la relación agua-efectos, y observen que dicha relación es en un doble sentido. El agua deteriora de algún modo la roca y ella también sufre cambios porque queda con sustratos disueltos.



Cuevas de Nerja, Málaga, España

En caso de que los niños no manejen esas ideas, el docente debe intervenir y provocar la reflexión sobre ellas.

En ese marco tiene sentido la pregunta:

- ¿Cómo hacer para saber si el agua no está igual después de agitar muchas veces el frasco?

En este caso, “el cómo hacer” involucra dos dimensiones: proyectar un dispositivo experimental y verlo en ejecución.

3.- Simulamos: La temperatura como agente

Para explorar sobre la incidencia de la temperatura, es necesario hacer algo antes: fabricarnos una roca que permita ver ese efecto. Como es de suponer, modelamos una roca y simulamos con ella para estudiar los efectos. De ese modo se podrá usar la expresión “es como si...”

Modelamos rocas. Materiales y procedimiento

- Se necesita: arcilla, bolsa de nylon, heladera.
- Con la arcilla se modela una bola y la dejamos bien lisa.
- Se humedece y se envuelve en una bolsa.

Exploramos con la temperatura

- Se coloca en el congelador por 8 horas aproximadamente.
- Luego se retira, se mira y se registra.

Evidencias antes de introducir en la heladera	Evidencias después de introducir en la heladera

Una vez que los niños hacen anotaciones en el cuadro, el docente propone:

- ¿Qué comentarios surgen de la comparación del cuadro?

- ¿Cómo se pueden explicar las diferencias?

El docente interviene aclarando una y otra vez que se trata de una simulación. No es que ocurra así. La experiencia nos ayuda a pensar.

Por eso, el paso siguiente es ir a la situación real, ubicarnos en ella y tratar de responder:

- ¿Cómo se imaginan ese mismo proceso en las rocas reales?

A continuación se transcriben los obstáculos que, a entender de C. M. García Cruz (1998), dificultan el aprendizaje escolar respecto a las ciencias de la Tierra.

Obstáculos en el ámbito escolar

Sin entrar en detalles específicos de cada área del currículo, vamos a considerar diversos obstáculos que pensamos que dificultan el aprendizaje escolar en general de las ciencias de la Tierra, y que pueden derivarse directamente de un análisis histórico del desarrollo de las mismas:

- ▶ La imposibilidad de **observación directa** asociada a la dificultad de **experimentación** planea como un importante obstáculo en muchos fenómenos y procesos geológicos en tanto que al alumnado le resulta muy difícil asumir, por ejemplo, el tiempo geológico, la orogénesis o los desplazamientos continentales, sencillamente por la imposibilidad real de verlos o manipularlos.
- ▶ La **inmutabilidad** es lo que habitualmente se observa, a excepción de situaciones muy puntuales, como los terremotos o las erupciones volcánicas. Este fijismo está en íntima relación con otro concepto estructurante de gran relevancia, cual es la idea de las rocas como **archivos** o **documentos**, y su comprensión, por extensión, facilita la del concepto de **tiempo geológico**. En relación con el fijismo, de acuerdo con Pedrinaci (1993), el creacionismo derivado de las creencias religiosas actualmente no representa un obstáculo en la enseñanza-aprendizaje de la geología.

- ▶ Es difícil que el alumnado asimile la idea de **globalidad**, es decir, la integración de cualquier fenómeno o proceso geológico en el funcionamiento global del planeta, en el sentido, por ejemplo, de que los terremotos o el metamorfismo no son independientes de la orogénesis, del magmatismo o de los desplazamientos corticales, sin tener que recurrir a interpretaciones vitalistas u organicistas.
- ▶ A lo largo de todas las ciencias de la Tierra se han hecho -y se hacen- interpretaciones actualistas-uniformitaristas y, sin embargo, se obvia su significado. Es necesario que éste sea conocido por el alumnado, y además también sería útil y conveniente analizar sus orígenes históricos. De esta forma, se pondría en evidencia la **peligrosidad** de interpretar **abusivamente** determinados fenómenos geológicos, bien bajo esta perspectiva o, desde un punto de vista catastrofista, excluyendo totalmente la otra. Esto ayudaría al mismo tiempo a asimilar la diferencia entre hecho imposible (p.e., *los ríos nacen en el mar y desembocan en lo alto de las montañas*, no sólo porque observamos lo contrario sino porque lo contradice la ley de la gravedad) y hecho improbable (p.e., *la colisión catastrófica de un asteroide o cometa con la Tierra*).

- Ante una enseñanza científica generalmente basada en **hechos acabados**, el alumnado no llega a poseer la noción de **debate** o **controversia**. Es habitual, pues, que considere la construcción del conocimiento científico como meramente **acumulativa**. En consecuencia, ante diferentes explicaciones sobre un fenómeno, considera la teoría **más reciente** como la **correcta**. Las reconstrucciones históricas le permitirán comprender el carácter cambiante de la ciencia, insistiendo también, por otro lado, en que no todo el conocimiento científico es **provisional**.
- Buena parte de estas dificultades, y concretamente en lo referente a la imposibilidad de reproducir algunas características físicas (tiempos excesivamente largos, grandes profundidades, presiones y temperaturas muy altas, etc.), se pueden superar mediante la **modelización** o **simulación** como instrumento de enseñanza-aprendizaje (Elder, 1976). Sin embargo, debe quedar claro desde un principio para el alumnado que *un modelo no es la realidad* sino una mera representación de la misma, de la que se manejan, por otro lado, un número reducido de variables. En caso contrario podría actuar como obstáculo epistemológico cayendo dentro de la metodología de la superficialidad (Gil y Carrascosa, 1985).

Para terminar esta reflexión podemos extraer una conclusión general: profundizando en los obstáculos mencionados dentro de cada apartado del currículo de las ciencias de la Tierra en su contexto histórico, llegaremos a determinar en el marco de la epistemología los condicionantes del avance científico. Al mismo tiempo, el análisis de las ideas previas del alumnado nos facilitarán (sic) la comprensión de sus propias dificultades en forma de conceptos estructurantes, que en cierta medida se corresponden con obstáculos epistemológicos o se derivan directamente de ellos.

Fuente: GARCÍA CRUZ, C. M. (1998): “De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología” en *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16, Nº 2.

Bibliografía de referencia

- ARISTEGUI, Rosana y otros (2001): *Fisicoquímica*. Buenos Aires: Ed. Santillana.
- ELDER, J. (1976): *Las entrañas de la Tierra*. Barcelona: A. Bosch. Trad. cast. 1978.
- FOLGUERA, Andrés; RAMOS, Víctor A.; SPAGNUOLO, Mauro (2006): *Introducción a la geología. El planeta de los dragones de piedra*. Buenos Aires: Eudeba. Colección Ciencia Joven.
- GARCÍA CRUZ, C. M. (1998): “De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología” en *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16, Nº 2.
- GARRIDO ROMERO, José María; PERALES PALACIOS, Francisco Javier; GALDÓN DELGADO, Mercedes (2008): *Ciencia para educadores*. Madrid: Ed. Pearson Educación - Prentice Hall.
- GIL, D. y CARRASCOSA, J. (1985): “Science learning as a conceptual and methodological change”. *European Journal of Science Education*, Vol. 7, pp. 231-236.
- LACREU, Héctor Luis (1999): “Las geociencias en la alfabetización científica” en Miriam Kaufman; Laura Fumagalli (comps.): *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires: Ed. Paidós.
- MILONE, Jorge Osvaldo (1987): *Merceología 5*. Buenos Aires: Ed. Ángel Estrada.
- PEDRINACI, Emilio (1993): “Concepciones acerca del origen de las rocas: una perspectiva histórica” en *Investigación en la Escuela*, Vol. 19, pp. 89-103.
- PEDRINACI, Emilio (2003): “La enseñanza y el aprendizaje de la geología” en M. P. Jiménez Aleixandre (coord.): *Enseñar ciencias*. Barcelona: Ed. Graó.
- TRICÁRICO, Hugo R. y otros (2006): *Ideas para enseñar... Ciencias de la Naturaleza*. Buenos Aires: UNSAM EDITA/Espartaco.