

## Clase virtual N° 6

Objetivos y contenidos en las clases de Ciencias Naturales

Autora: Mónica Grinschpun

En la clase anterior desarrollamos una serie de contenidos que, en el momento de la escritura de la clase, se pensaron fundamentalmente por su pertinencia respecto de los contenidos a trabajar en el Segundo Ciclo de Educación Primaria. A los pocos días de la publicación se desató un terrible terremoto en Japón, que fue acompañado por un tsunami con olas de aproximadamente 10 m. de altura. No podemos dejar de tener en cuenta la sincronía de la selección de contenidos de la Clase 5 con los hechos acaecidos inmediatamente después, ni –particularmente- la repercusión pública de estos últimos. Esto nos llevó a modificar la temática a trabajar en esta nueva clase, ya que percibimos que el alcance de los contenidos abordados en la Clase 5 puede resultar insuficiente cuando un hecho de la magnitud del que estamos comentando impresiona tan fuertemente a la opinión pública y llega con crudeza a los chicos, a través de los medios de comunicación.

Los alumnos preguntan y se preguntan mucho a partir del impacto que les provocan las imágenes televisivas, las de los diarios o las que aparecen en los videos de Youtube. Los docentes, por nuestra parte no podemos quedarnos al margen de esta situación: es necesario ofrecer la ocasión para hablar en el aula de estos fenómenos que impactan en los niños, y tener herramientas para desarrollar clases que les permitan comprender lo sucedido.

Para comenzar con la tarea analizaremos un caso que permite analizar cómo los objetivos y contenidos entran en juego en la actividad cotidiana del aula y qué recorridos realiza el maestro para organizar la secuencia didáctica.



### Antes de continuar

Les proponemos revisar las definiciones de Ciencia Escolar, la idea de trabajo significativo crítico, los obstáculos epistemológicos, las ideas previas y fundamentalmente todo lo que se encuentra en las clases anteriores sobre el enfoque CTS y A ya que todos ellos conforman el soporte que se ha utilizado para la selección de los contenidos de esta clase.

El caso con el que trabajaremos muestra las idas y vueltas que una docente realiza al momento de planificar sus clases, ya que entendemos que ninguna planificación se realiza sin reflexión y sin cuestionamientos. En especial cuando se trata de trabajar sobre temas que no son los más frecuentemente abordados en la formación inicial o en las prácticas docentes del segundo ciclo.

El caso del terremoto reciente muestra una situación habitual en la escuela: un suceso con repercusiones públicas irrumpe y lo trabajamos a modo de emergente. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que el carácter eventual de la selección de ese contenido no se agota en el momento de la noticia (como ocurre en los medios de comunicación), sino que la tarea iniciada tendrá continuidad a lo largo de la escolaridad. En este caso, abordar la noticia en el aula hará posible seguir ampliando el conocimiento de la relación entre el interior del planeta, la tectónica de placas, el ciclo de las rocas, la noción de subducción y, fundamentalmente, el concepto de subsistemas terrestres.

En el momento de comenzar a planificar una secuencia didáctica, es importante definir, en primer término, un contenido organizador que ordenará el resto. En el caso de la secuencia didáctica que presentamos a continuación, el contenido organizador es la dinámica terrestre. A partir de él se podrá trabajar la idea de conformación interna del planeta, la dinámica entre sus capas y la producción de movimientos telúricos, unidas a la noción de modificaciones entre los materiales y el análisis de la energía. Destaquemos además que, si agregamos el caso particular de terremotos y tsunamis, comenzaremos a sentar las bases de la noción de interacción entre sistemas materiales y energía, que es muy importante para la comprensión de numerosos contenidos de Ciencias Naturales en la escuela primaria.

En la ciencia escolar se aprende guiándose por una representación abstracta del o de los fenómenos que intervienen: se trata del *modelo teórico* que permite entender un hecho del mundo. Así, el docente presenta situaciones variadas y significativas que permiten a los alumnos comprender ese *modelo teórico explicativo*, que en el caso que nos ocupa referiremos a la dinámica terrestre.

Las actividades que realizan los alumnos están diseñadas en función del modelo teórico. Los cambios en las representaciones del modelo inicial de los niños se producen porque la situación presentada lo hace posible, ya que el maestro diseña las actividades previendo los resultados, modificando algunas situaciones planificadas y agregando otras. En síntesis, construyendo un esquema de trabajo abierto y sujeto a cambios.

### **Un caso para analizar: Los avatares de la planificación de un tema**

Delfina, docente de sexto año de Primaria tenía lista la planificación anual días antes del inicio de clases. Entre las muchas decisiones que había tomado estaba la de trabajar Geología después de las vacaciones de invierno: Geología siempre le había costado y no se sentía muy segura. Las vacaciones le darían la oportunidad de investigar con más tiempo, buscar materiales, inclusive -pensó- consultar con Claudia, una ex compañera de estudios que estaba haciendo el profesorado en Ciencias Naturales. Sin embargo, la naturaleza alteró sus planes: a poco de iniciadas las clases,

un terrible terremoto sacudió el norte de Japón. Los chicos en clase se mostraban impresionados y comentaban las imágenes vistas en la televisión y en Internet. Algunos repetían algunas explicaciones científicas presentadas en programas televisivos, que podían comprender solo parcialmente; otros se veían angustiados por la perspectiva de que algo así “pudiera pasar acá”. Fue en ese punto que comprendió que el tema no podía esperar.



Así fue como, un poco por aplicar aquello de trabajar con los conocimientos previos de los alumnos, y otro poco por ganar tiempo, comenzó con lo que los chicos “traían al aula”: impresiones, miedos, preguntas, recortes periodísticos, comentarios de noticias de la TV.

Al volver a su casa comenzó a buscar material para seguir trabajando.

Lo primero que hizo fue volver a leer las páginas del manual que había seleccionado un tiempo antes. Las había mirado rápidamente en aquel momento, y fue precisamente esa rápida mirada la que la había llevado a ubicar los temas de Geología en agosto. Ahora hizo una lectura minuciosa y detenida. Lejos de conformarla, lo que había en el manual le pareció poco en relación con el interés y la inquietud que los hechos de Japón provocaban en los chicos. Había que seguir buscando.

Se preguntó qué hubiera hecho su madre en una situación como ésta -Delfina pertenecía a una familia con varias mujeres dedicadas a la docencia- y agradeciendo ser maestra en esta época se dirigió a la computadora. Después de media hora de navegación descartó numerosos artículos con formato puramente periodístico, hasta que dio con una noticia en el portal Yahoo: *La NASA explica el sismo y el tsunami en Japón*<sup>1</sup>. ¡Por fin una explicación científica! Acostumbrada a marcar fotocopias con resaltador desde que era estudiante, copió el texto en Word, y pintó de amarillo lo que consideró más importante para desarrollar en clase. Guardó el archivo, no sin antes copiar la dirección de la página WEB al final del texto: más de una vez almacenó artículos y después no pudo mostrárselos en línea a los chicos por no poder ubicarlos rápidamente.

Pensó en los relatos de algunos de sus alumnos que habían buscado videos e hizo lo mismo: entró en You Tube, analizó varios videos, y seleccionó dos: el primero, *Más imágenes del terremoto y tsunami de Japón*<sup>2</sup> resultaba descriptivo, sin caer en sensacionalismos. El segundo, *Animación de la propagación del tsunami por el terremoto en Japon*<sup>3</sup> resultaba útil a los fines didácticos, ya que mostraba gráficamente cómo la altura de las olas va disminuyendo a medida que la onda se expande.

Con la impresión de haber “dado en la tecla”, se dispuso a repasar su acopio informativo, anotando qué contenidos, de los que integraban el tema se veían reflejados en la información seleccionada. Sin embargo, el resultado de la revisión fue

<sup>1</sup> <http://espanol.rss.news.yahoo.com/s/13032011/81/insolitas-nasa-explica-sismo-tsunami-japon.html>

<sup>2</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=lrqixO2jlgc>

<sup>3</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=zo3KskXabb0>

decepcionante: organizando la clase a partir de los recursos disponibles, era evidente que quedaban “afuera” la mayoría de los conceptos que permitían explicar lo ocurrido. Se sintió frustrada: había reunido buen material, pero estaba claro que esto no le permitiría construir con los chicos el *modelo* de terremoto o de tsunami. La punta del ovillo no aparecía...



### Actividad recomendada

A partir de lo relatado sobre la situación en la que se encuentra Delfina le proponemos que:

- Recorra el mismo camino que ella ha realizado, partiendo de libros de texto y analizando las páginas y videos que ella encontró.
- Marque en la clase 5 cuáles serían los contenidos centrales para comprender el tema seleccionado por la docente.
- Liste los obstáculos epistemológicos que se plantean en esa clase para ampliar el desarrollo de una posible secuencia de contenidos.

## Un resumen de lo pensado hasta aquí y una reflexión sobre la ciencia escolar

El desafío que hoy enfrentamos en la enseñanza del área es el de revisar las prácticas de enseñanza en Ciencias Naturales, teniendo en cuenta que la ciencia escolar no se limita a ser una simplificación ni una adecuación a la edad de los alumnos de la ciencia de los científicos. Las metas son diferentes: la ciencia escolar, debe centrarse no sólo en el desarrollo de contenidos escolares, sino que necesita asegurar que la información redefina las ideas que los alumnos tienen sobre el tema. De ese modo les será posible utilizarla para tomar decisiones frente a situaciones específicas. A partir de estos análisis los niños podrán establecer relaciones entre diversas informaciones y con otros acontecimientos que se vinculan con los problemas que de la vida cotidiana, permitiendo comunicar las ideas propias e interpretar las de los otros.

Por otro lado, la metodología que se utiliza en la clases de ciencia escolar no debe procurar reproducir el método experimental de los científicos, sino que debe situar al alumno en situaciones de aprendizaje, poner en juego sus conocimientos y desarrollar estrategias para resolverlas. Por ejemplo, formularse preguntas que pueden responderse mediante el diseño experimental u otras formas de búsqueda de información, reflexionar sobre lo realizado y comunicarlo en forma oral y escrita, establecer relaciones con otros contenidos, etc.

## **Algunos problemas de los textos escolares en la presentación de actividades experimentales:**

*En muchos manuales y libros del área es posible encontrar un esquema que se reitera en las actividades experimentales que se proponen:*

### **1. Títulos: generalmente presentan de manera cerrada el contenido**

Al leer el título el alumno percibe “el final de la historia”. Es verdad que los títulos deben anticipar el contenido que se desarrolla luego, ya que de lo contrario no se podría buscar en un índice aquello que se quiere leer. Sin embargo, exagerar esta idea lleva a convertir el título en la idea principal del texto, anulando la posibilidad de fomentar la curiosidad y realizar una lectura activa del tema. En el otro extremo, y con la intención de incentivar el interés de los niños, a menudo se recurre a títulos *de fantasía* que impiden reconocer el contenido que se desarrolla.

### **2. Textos que constituyen en sí mismos un resumen del contenido.**

Una práctica habitual del trabajo con textos en el área es marcar las ideas principales. Esta práctica se vuelve sumamente dificultosa cuando se trabaja con escritos que son en sí mismos un resumen de contenido, adoptando el formato de textos no específicos, como las enciclopedias. La consecuencia es que los alumnos que perciben esto con claridad terminan subrayando todo: así, la consigna de diferenciar lo sustancial no se cumple, no por una dificultad de los chicos, sino por un problema del texto.

### **3. Desarrollos de contenidos que parcializan la información**

De modo similar al caso anterior, la información excesivamente recortada o parcializada torna imposible establecer las relaciones entre los temas que se pretende abordar.

### **4. Explicación del trabajo experimental a través de un texto cuyo formato es similar al de una receta de cocina**

En la enunciación de los *pasos* a seguir, este formato lleva a explicitar todos los recaudos a tener en cuenta para arribar a las **conclusiones, que a su vez reiteran lo que dice el título**. Esta modalidad recursiva lleva a los alumnos a realizar mecánicamente la experiencia, y es el docente quien termina por realizar la generalización.

Tener en cuenta estas características puede resultar útil como criterios (negativos) en la selección de textos escolares

## Nuevamente Delfina

En el punto en que la dejamos, Delfina comenzaba a darse cuenta que los recursos disponibles no era un buen punto de partida para trabajar ese tema. Decide buscar por lado de los contenidos de enseñanza, en este caso la dinámica de la Geosfera.

Se dispone entonces a buscar algunas definiciones para abordar el tema. Lo primero que le llama la atención es que en lo que va leyendo aparece un concepto recurrente: la idea de *sistema*. Procurando ahondar en esta cuestión, llega a un blog de estudiantes y docentes universitarios en el que se transcriben algunas ideas del científico Rolando García:<sup>4</sup>

### estructura, complejidad y jerarquías

martes 13 de noviembre de 2007

"La primera de las características con las cuales hemos definido un sistema complejo es estar constituido por un conjunto de objetos (los elementos del sistema) en continua interacción. Esto implica:

- a. que el sistema como totalidad tiene propiedades que no son la simple adición de las propiedades de los elementos;
- b. que el sistema tiene una estructura determinada por el conjunto de las relaciones entre los elementos, y no por los elementos mismos;
- c. que las relaciones que caracterizan la estructura constituyen vínculos dinámicos que fluctúan de manera permanente, y eventualmente se modifican de forma sustancial, dando lugar a una nueva estructura".

Rolando García; *Sistemas Complejos*. Gedisa. Bs. As. 2006

<http://arquiresbe.blogspot.com/2007/11/estructuracomplejidad-y-jerarquias.html>

Si Delfina estuviera en situación de capacitación podríamos acercarle algunos pasajes de la obra de García que le permitirían ampliar la noción de *sistemas complejos*, como por ejemplo:

*"Cuando se analiza un sistema compuesto de subsistemas, las relaciones que entran en juego son las que vinculan los subsistemas entre sí, y no las relaciones internas dentro de cada subsistema. Sin duda, las primeras dependen en gran medida de las segundas, pero no de manera directa. En el comportamiento de un subsistema dentro de un sistema, pueden entrar en juego unas pocas relaciones determinantes que, en cierta manera, "integran" toda la complejidad de las relaciones internas dentro de ese subsistema"*

---

<sup>4</sup> García, Rolando (2006). *Sistemas complejos*. Ed. Gedisa, Bs. As. (pp 125-126).

De cualquier manera, a esta altura es evidente que la idea de sistema y subsistema comienzan a tener un cierto sentido para nuestra docente.

Ahora es posible plantearse que lo que debería desarrollar son **las relaciones entre los subsistemas del sistema Geosfera**.

Es así como aparece la necesidad de pensar en aquellas grandes zonas que conforman la Geosfera: *corteza terrestre, manto y núcleo*, apuntando fundamentalmente a su interrelación.

En su recorrido, Delfina consulta los NAP de Ciencias Naturales para segundo ciclo y lee sus enunciados:

#### **4º AÑO**

##### **LA TIERRA, EL UNIVERSO Y SUS CAMBIOS**

- *La caracterización de la Tierra como cuerpo cósmico: forma y movimiento de rotación. Acercamiento a la noción de las dimensiones del planeta.*
- *El reconocimiento del planeta Tierra como sistema material y de los subsistemas en que puede dividirse para su estudio.*
- *La identificación de las principales características de la Geosfera y los principales procesos que se dan en ella (por ejemplo, terremotos y volcanes).*

#### **5º AÑO**

##### **LA TIERRA, EL UNIVERSO Y SUS CAMBIOS**

- *La descripción de las principales características de la hidrósfera, sus relaciones con los otros subsistemas terrestres y de los principales fenómenos que se dan en la misma (por ejemplo, corrientes y mareas). La caracterización del ciclo del agua.*

#### **6º AÑO**

##### **LA TIERRA, EL UNIVERSO Y SUS CAMBIOS**

- *La descripción de las principales características de la atmósfera, sus relaciones con los otros subsistemas terrestres y de algunos fenómenos que se dan en la misma (meteoros).*
- *La construcción de la idea de tiempo atmosférico como introducción a la noción de clima.*
- *La descripción de los cuerpos que integran el Sistema Solar; movimiento de traslación de los planetas en torno al Sol.*

En este punto, Delfina percibe que es necesario retomar y *desagregar* lo enunciado para 4<sup>o</sup> año. Pero aún está muy lejos del principio de esta historia: ¿Qué debería enseñar para que sus alumnos puedan comprender lo que sucede en Japón? *Después de todo –pensó- de eso se trataba.* En ese momento supo que la punta del ovillo empezaba a insinuarse: había que pensar, simplemente, cuál era el objetivo de trabajo:

**¿Qué considero que mis alumnos deben saber sobre este tema para poder explicarse sucesos como terremotos y tsunamis?**

Habiendo indagado en diferentes fuentes, estaba claro que esto requería, **reconocer y comprender las características generales del sistema Geosfera** para, a partir de allí, pensar en las relaciones que se establecen entre los tres grandes subsistemas que lo componen: núcleo, manto y corteza terrestre.

Delfina recuerda que en su búsqueda anterior en Internet vio un interesante recurso didáctico publicado por la Universidad Autónoma de México<sup>5</sup>. Cuando lo vio lo guardó como Favorito en su navegador, no solamente porque era preciso, claro y sencillo para sus alumnos, sino porque el sitio resultaba confiable.

Al revisarlo aparece un alerta: es necesario pensar en la dificultad que tendrán sus alumnos para comprender que la corteza terrestre está flotando sobre el manto y que los materiales que conforman al manto no se encuentran en estado sólido. ¿Cómo trabajar con los alumnos la idea de materiales en estado líquido cuando la imagen de líquido se relaciona con el agua u otros similares?

Recuerda que alguna vez realizó una experiencia sobre líquidos, la busca entre sus materiales y la relea:

Actividad

A) MATERIALES NECESARIOS:

- 1 cuchara sopera;
- 5 frascos transparentes, vacíos y limpios;
- 5 embudos;
- Cronómetro o reloj con segundero;
- Plastilina
- Tres cucharadas colmadas de 5 elementos:
  - miel;
  - mermelada;
  - dulce de leche;
  - agua;
  - aceite.

---

<sup>5</sup> [http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/itype\\_cgeo/geosfera.html](http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/itype_cgeo/geosfera.html)

## B) PROCEDIMIENTO

Divídanse en 5 grupos. Cada grupo construirá un *dispositivo* para trabajar con una de las 5 sustancias listadas en los materiales. Para ello tapen el pico del embudo con plastilina. Inserten el embudo en el frasco. Coloquen en el embudo tres cucharadas al ras de la sustancia que les ha tocado. Realicen un orificio en la plastilina con un bolígrafo y midan el tiempo que tarda en caer toda la sustancia colocada en el embudo, registrando el dato por escrito.

Vuelvan a reunirse los 5 grupos y escriban un listado de las sustancias, ordenándolas según el tiempo de caída.

Respondan las siguientes preguntas:

- 1- ¿Qué hace que un líquido tarde más o menos en caer?
- 2- ¿Con cuál de estos líquidos simularían el manto de la Tierra? ¿Por qué?
- 3- ¿Qué creen que sucedería si se calienta el dulce de leche o la mermelada?

Esta actividad había ayudado mucho a los alumnos del año anterior a pensar en líquidos diferentes. En este caso, el ejemplo del dulce de leche le permitiría modelar la idea de *magma*.

Delfina está satisfecha: ahora sí puede plantearse el resto de los objetivos y contenidos que necesita para sus clases:

Enuncia entonces los contenidos que necesita para desarrollar la dinámica del subsistema y a partir de ellos anota qué potencialidad tiene cada uno (Ver sus anotaciones en la página siguiente).



### Actividad recomendada

- Enuncie un objetivo para cada contenido anotado por Delfina.
- Realice un mapa conceptual que los incluya a todos.

✓ *Corrientes convectivas.*

Para la idea de transmisión de calor entre materiales o sistemas materiales.

✓ *Ciclo orogénico.*

Para pensarlo como modelo de cambio de los materiales.

✓ *Deriva continental, tectónica de placas:*

Para explicar terremotos, volcanes y tsunamis.

✓ *Zonas de subducción, colisión, desplazamientos, dorsales oceánicos:*

Para dar base científica a estas ideas, que se mencionaron constantemente en las noticias que vieron los chicos

✓ *Vulcanismo. Terremotos. Tipos, Causas y consecuencias:*

Eje central del tema a enseñar

✓ *Modelos de medición sencillos posibles de replicar en el aula:*

Para que los alumnos comprendan otras informaciones que aparecieron en las noticias.

En la página que sigue incluimos un gráfico a modo de síntesis de lo trabajado hasta el momento.

## LA TIERRA COMO SISTEMA

Brinda un modelo dinámico y global del funcionamiento terrestre

¿Qué conocimientos básicos necesita este enfoque?

- La Tierra está sometida a **cambios**. Unos son graduales y continuos, otros esporádicos e intensos.
- Algunos de estos cambios son motivados por los **agentes externos**, que tienen en el Sol y la gravedad sus fuentes energéticas.
- Otros cambios son motivados por **procesos internos**, que tienen en el calor interior de la Tierra y en la gravedad sus fuentes energéticas.
- La tectónica de placas ofrece un modelo de flujo de materia y energía que explica de manera global y coherente los procesos geológicos internos y sus efectos en la superficie terrestre.
- Los cambios dejan huellas, bien por los materiales que originan, bien por las formas y estructuras resultantes.
- Las rocas pueden ser consideradas “archivos” que contienen información sobre las condiciones en las que se formaron y los cambios posteriores que experimentaron.
- Utilizando el *actualismo* como método de análisis podemos reconstruir los cambios ocurridos en el pasado.
- Entre los *procesos internos* y los *externos* se producen interacciones. El relieve es la consecuencia de esas interacciones.

¿Qué obstáculos pueden presentarse para comprender a la Tierra como un sistema?

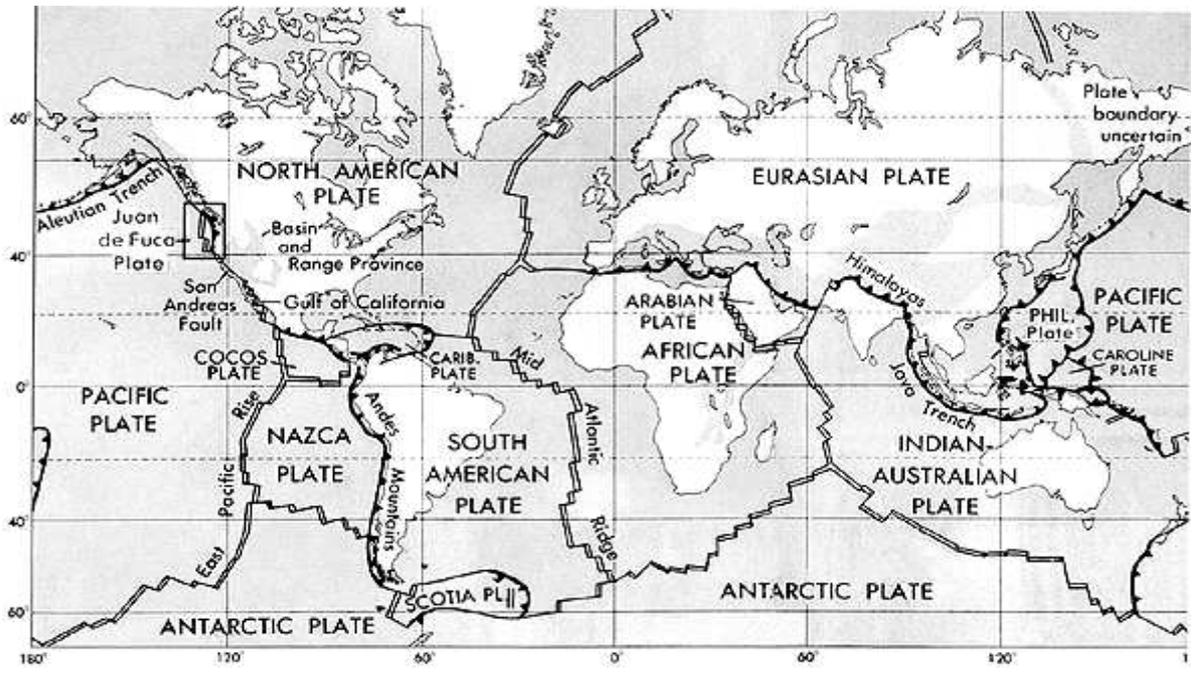
- La perspectiva estática de la Tierra.
- El *catastrofismo precientífico*: se justifican cambios importantes por catástrofes (enormes erupciones volcánicas, grandes terremotos), sin considerar otro tipo de procesos ocurridos.
- El tiempo geológico: es difícil representar mentalmente la escala de tiempo requerida para percibir los cambios geológicos.
- La inaccesibilidad de los procesos implicados: los procesos internos que afectan a la superficie terrestre, son generados por condiciones de presión y temperatura en el interior de la Tierra.
- La diversidad y amplitud de las escalas espaciales: se utilizan escalas espaciales enormes y escalas microscópicas para analizar la mineralogía, lo que dificulta la comprensión.
- El *eustatismo* desmedido: se explica todo por los movimientos de ascenso y descenso del mar.



### Actividad recomendada

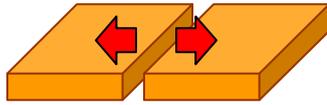
- A continuación les presentamos una serie de recursos que pueden aportar a la enseñanza sobre placas tectónicas y su dinámica
- Analice los recursos y enuncie a qué objetivos de enseñanza podrían responder

### - Recurso 1:

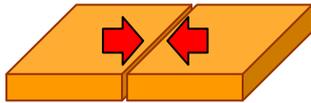


### Recurso 2:

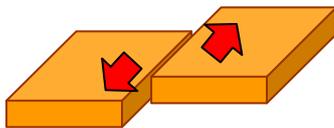
Las placas se mueven en distintas direcciones:



En algunos casos las placas se alejan unas de otras. El espacio que queda entre ellas es ocupado rápidamente por los materiales del manto que se enfrían y endurecen formando nueva corteza.



Las placas pueden chocar. Estos movimientos generan grandes alteraciones del relieve (pueden originarse montañas).



En otros puntos las placas se desplazan en sentido contrario una con respecto a la otra.

### Recurso 3:

<http://www.librosvivos.net/smtc/PagPorFormulario.asp?TemaClave=1071&est=4>

### Recurso 4:

<http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html>

### Recurso 5:

[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interac\\_materia/curso/materiales/estados/estados1.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interac_materia/curso/materiales/estados/estados1.htm)

 **Actividad final de Módulo 2 (individual y obligatoria)**

Realice una microsecuencia de actividades para desarrollar en una situación de capacitación, que refleje su trabajo con los contenidos del módulo.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Pedrinaci, E *La enseñanza y el aprendizaje de la Geología, en Enseñar ciencias. Graó. Barcelona 2003*

Nieda, J.; Macedo, B. *Un currículum científico para estudiantes de 11 a 14 años. Cap 4 y 5. UNESCO- OEI, [www.oei.es/oeivirt/curricie/index.html](http://www.oei.es/oeivirt/curricie/index.html) 1997*

Harlen, W. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Cap 4. Morata. Madrid. 1989.*

Jiménez, P. Sanmartí, N. *¿Qué Ciencia enseñar? : Objetivos y contenidos en la educación secundaria, en La enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. Del Carmen, L (Coord.). Horsori. Barcelona. 1997.*

Garcia, R. *Sistemas complejos. pp 125,126. Gedisa. 2006.*