

El ciclo profundo de las rocas explicado con la tectónica de placas: deformación y metamorfismo

Un modelo que muestra cómo la tectónica de placas puede explicar el metamorfismo y la deformación de las rocas

Cuando por primera vez, hace más de 200 años, fueron comprendidos los procesos del ciclo de las rocas, quienes los estudiaban sabían cómo funcionaban, pero no conocían la causa de los procesos profundos.

No fue hasta hace cincuenta años, cuando se aceptó la teoría de la tectónica de placas, que se pudieron explicar las causas de estos procesos adecuadamente.

Esta Earthlearningidea simula cómo la formación de cordilleras, ligada al movimiento de las placas, puede causar metamorfismo y deformación en las rocas.

Cuando dos continentes de dos placas diferentes están separados, se pueden depositar grandes espesores de sedimentos sobre la placa oceánica que los separa. Si se forma una zona de subducción en esta área oceánica, una de las placas será arrastrada hacia abajo (subducida) dentro del manto y los continentes se acercarán entre ellos. Cuando los continentes se encuentren, formarán una zona de colisión en la cual:

- las enormes presiones laterales deforman las rocas en pliegues y fallas (véase el modelo en: https://www.earthlearningidea.com/PDF/Himalayas_in_30_seconds_final_071029.pdf);
- las rocas deformadas se elevan para formar cordilleras con raíces profundas bajo ellas;
- a medida que las rocas se entierran profundamente, su temperatura aumenta (según el gradiente geotérmico): la colisión también aumenta la temperatura;
- bajo las intensas presiones laterales y las altas temperaturas, las rocas originales se metamorfosean en rocas de metamorfismo regional (véase: https://www.earthlearningidea.com/PDF/43_Metamorphism.pdf);
- se pueden producir algunos otros cambios como se muestra en la tabla de la sección “contexto”.

Simule cómo la convergencia de las placas que transportan continentes puede causar deformación, elevación de cordilleras y metamorfismo de la siguiente forma.

- Coloque un papel a un lado de un espacio vacío entre dos mesas con un bloque de madera encima.
- Coloque parte de otra hoja de papel dentro del espacio vacío y deje el resto sobre la mesa; ponga otro bloque de madera encima, lejos del agujero.
- Coloque un trozo de ropa como un pañuelo plegado sobre los bloques de madera.
- Las hojas representan las placas (el papel verde en estas fotos).
- Los bloques representan los dos continentes que se acercarán por los movimientos de las placas.

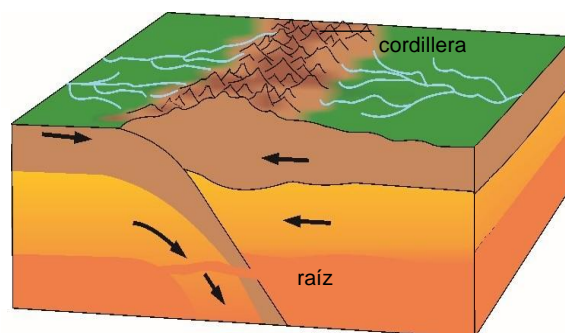
- La tela plegada representa las capas de sedimentos depositadas sobre el océano y los continentes.



- Estire hacia abajo el papel del espacio vacío para representar la placa que subduce
- A medida que estire, los “continentes” de madera se acercarán, deformando la tela con pliegues, elevando una “cordillera” y hundiendo unas raíces entre los bloques.



- La zona de colisión causada por la convergencia de los continentes ha producido una “cordillera” con “raíces” como se muestra en el siguiente esquema:



Las presiones laterales provocan la deformación en forma de fallas y pliegues en la cordillera; en la zona de la raíz, las intensas presiones laterales y el aumento de temperatura hacen que las rocas se metamorfosean en rocas de metamorfismo regional (véase: https://www.earthlearningidea.com/PDF/316_Rock_detective_rock_cycle.pdf).

Ficha técnica

Título: El ciclo profundo de las rocas explicado con la tectónica de placas: deformación y metamorfismo.

Subtítulo: Un modelo que muestra cómo la tectónica de placas puede explicar el metamorfismo y la deformación de las rocas.

Tema: Un modelo sencillo que muestra cómo la subducción de las placas hace que los continentes converjan, los sedimentos entre ellos se deformen en cordilleras con raíces; las rocas de las raíces sufren metamorfismo regional.

Edad de los alumnos: de 14 años en adelante

Tiempo necesario: 10 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- explicar que las placas con continentes convergen a través de la subducción tectónica;
- explicar que esto da como resultado la deformación de las capas sedimentarias hasta formar cordilleras con raíces;
- explicar que las rocas se deforman en pliegues y fallas en las cordilleras y, en las raíces, las rocas sufren metamorfismo regional

Contexto:

Los procesos del ciclo de las rocas fueron descritos por primera vez por James Hutton y sus colegas hace unos 230 años – véase:

http://www.earthlearningidea.com/PDF/93_Catalan.pdf.

Las evidencias de la tectónica de placas fueron desarrolladas como una teoría global por J. Tuzo Wilson hace unos 50 años – véase:

http://www.earthlearningidea.com/PDF/91_Catalan.pdf.

Se puede simular el ciclo de las rocas en el aula con: https://www.earthlearningidea.com/PDF/253_Rock_cycle_product_process.pdf. El ciclo de las rocas también se puede simular y discutir en el aula. Véase: <https://www.earthlearningidea.com/home/>

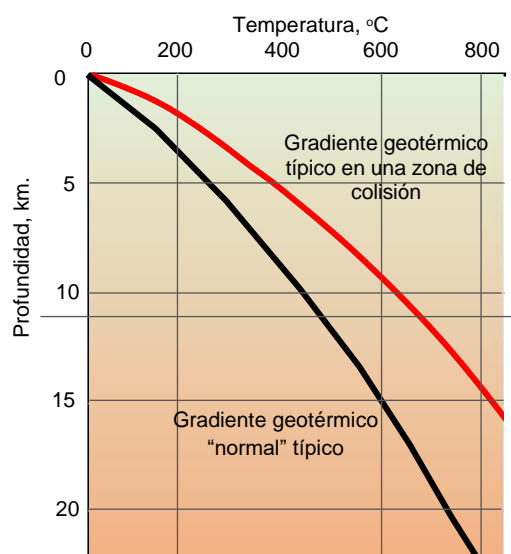
Esta tabla, que muestra cómo explica la tectónica de placas los procesos internos del ciclo de las rocas, ha sido recogida de King, C. (2019) *Exploring geoscience across the globe*. Pub IGEO en:

<http://www.igeosci.org/teaching-resources/geoscience-text-books/> pp 82.

Procesos internos del ciclo de las rocas	Explicación de la tectónica de placas
Metamorfismo	Metamorfismo regional: cuando se forman cordilleras en los límites océano-continente y continente-continente, las rocas se hunden hasta profundidades en que las temperaturas y las presiones de las rocas suprayacentes son muy altas; el esfuerzo compresivo extra de la colisión de las placas hace que las rocas recristalicen
	Metamorfismo térmico: los magmas intrusivos, formados como se describe más adelante, cuecen las rocas que los rodean formando una aureola metamórfica
Fusión (fusión parcial)	En las zonas de subducción: la placa que subduce lleva agua; el agua y el incremento de temperatura hacen que las rocas de encima de la placa se fundan parcialmente y el magma formado por estos procesos, menos denso, tiene tendencia a ascender
	En los límites divergentes de las placas: bajo las dorsales oceánicas, el manto se calienta hasta fundirse parcialmente, generando los magmas ricos en hierro-magnesio que forman el material nuevo de la placa que se está formando

[Teaching_strategies.html#rockcycle](https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching_strategies.html#rockcycle). Así mismo, se pueden simular los movimientos y los procesos de la tectónica de placas y discutirlos en el aula en: https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching_strategies.html#plate_tectonics.

El resultado de la convergencia de placas continentales es una “zona de colisión” en la que, las capas sedimentarias y otras rocas son deformadas hasta formar cordilleras. En las raíces de estas cordilleras, el gradiente geotérmico (causado por la descomposición radioactiva de algunos minerales de la corteza y el manto juntamente con una parte del calor remanente de la Tierra primitiva) aumenta por los efectos de la colisión (véase la línea roja del siguiente gráfico del gradiente geotérmico).



Las intensas presiones laterales y el aumento de la temperatura metamorfosean las rocas regionalmente. Estas rocas de metamorfismo regional tienen a menudo cristales alineados en la dirección perpendicular a las direcciones de presión dominantes.

Nótese que la formación de cordilleras, con su deformación y su metamorfismo regional, también tiene lugar en las zonas de colisión entre placas oceánicas y placas que transportan continentes.

Intrusión ígnea	A medida que el magma asciende atravesando la corteza más fría, se enfría y cristaliza en grandes cámaras magmáticas como plutones o batolitos
Actividad volcánica	Si el magma de los límites de placas o en los puntos calientes, llega a la superficie, se produce una erupción; estas pueden variar de relativamente seguras hasta catastróficas
Ascenso	Cuando se forman las cordilleras en los límites océano-continente o continente-continente, algunas rocas son elevadas mientras que otras áreas se hunden para formar las raíces de las montañas. Como que la cordillera “flota” sobre el manto sólido, a medida que las rocas de encima son erosionadas, las rocas de debajo suben
Deformación	En los límites divergentes: a medida que las placas se separan, las rocas frágiles se fracturan en fallas normales, superponiéndose unas con las otras
	En los límites conservadores: en las fallas transformantes, una placa se mueve al lado de otra y las rocas frágiles se deforman en fallas de desgarre
	En los límites convergentes océano-continente o continente-continente, las enormes fuerzas compresivas hacen que las rocas próximas a la superficie se fracturen en fallas inversas y cabalgamientos; a más profundidad, las rocas se deforman plegándose

Ampliación de la actividad:

Pruebe algunas de las otras Earthlearningideas centradas en los límites convergentes de placas en: https://www.earthlearningidea.com/home/Teaching_strategies.html.

Principios subyacentes:

- Las placas que transportan continentes se mueven hacia otras (convergen) por subducción.
- A medida que pasa esto, los sedimentos y las rocas situadas en medio se deforman para formar cordilleras y raíces.
- Las rocas de las cordilleras se deforman por fallas y pliegues.
- En las raíces, las intensas presiones laterales y las altas temperaturas (consecuencia del aumento del gradiente geotérmico) causan metamorfismo regional.

Desarrollo de habilidades cognitivas:

Comprender el modelo implica construcción de conocimiento; aplicar el modelo a los procesos de la tectónica de placas y los del ciclo de las rocas de deformación y metamorfismo regional, implica el establecimiento de nuevas conexiones.

Material:

- dos hojas de pape Din A4 (quizás de color azul o verde para representar las placas oceánicas)
- dos bloques de madera como se muestra en las fotos, para representar los continentes
- algunas piezas de ropa como pañuelos plegados para representar los sedimentos
- un espacio vacío entre mesas o bancos por el que hacer subducir la “placa oceánica” estirándola por debajo

Enlaces útiles:

Véase la animación en:

https://www.youtube.com/watch?v=G2VQ6diA_0A

Fuente: Chris King del Equipo de Earthlearningidea (fotos de Chris King).

© **El Equipo de Earthlearningidea.** El equipo de Earthlearningidea produce periódicamente una idea didáctica de bajo coste, con los mínimos recursos, para educadores y profesores de Ciencias de la Tierra a nivel escolar, con una discusión online sobre cada idea con el fin de desarrollar una red de apoyo global. “Earthlearningidea” tiene una financiación mínima y se produce mayoritariamente de forma voluntaria.

No se aplica el Copyright del material de esta unidad si se usa en el laboratorio o en el aula. El Copyright de materiales de otros editores les sigue perteneciendo. Cualquier organización que quiera usar este material deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.

Nos hemos esforzado para localizar y contactar los propietarios del copyright de los materiales de esta actividad y obtener su permiso. Por favor, pónganse en contacto con nosotros si, a pesar de ello, creen que se ha vulnerado su copyright: les agradeceremos cualquier información que nos ayude a actualizar nuestros registros.

Si tiene dificultades para leer estos documentos, por favor, póngase en contacto con el equipo de Earthlearningidea para obtener ayuda.

