

Botar, doblar, romper

Un modelo de las propiedades del manto de la Tierra con Potty Putty™ de una juguetería

A los alumnos (y a algunos autores de libros de texto) a menudo les resulta difícil entender cómo las rocas del manto pueden presentar diferentes propiedades bajo condiciones diferentes. El manto transmite las ondas sísmicas por deformación elástica; a pesar de ser sólido, puede fluir; también se puede romper. ¿Cómo puede suceder esto?

Se puede construir un modelo de las propiedades físicas del manto con una masa de silicona, conocida como Potty Putty™, que se puede adquirir en las jugueterías o se puede fabricar en el laboratorio del centro (véase Material).

Dé a cada alumno un trozo pequeño de Potty Putty™ (de un grosor de 1 cm) y pídale que lo rueden hasta formar una pelota. Pídale que la dejen caer sobre la mesa desde una altura de tan solo cuatro centímetros para que la vean botar (deformación elástica).



Deformación elástica (empiece con toda la clase desde una altura menor!)

Pídale que estiren su trozo y que lo sostengan de manera que pueda descender por su propio peso (deformación plástica o dúctil, o flujo).



Deformación plástica por su propio peso

Invítelos nuevamente a hacer una pelota y que la estiren decididamente para ver si se rompe (deformación frágil).



Deformación frágil al estirlarla

Recoja todos los trozos para formar una sola pelota y déjela sobre la mesa. Al final de la clase muestre a los alumnos cómo se ha deformado (a causa de la gravedad).

(También puede demostrar que la masa se fragmenta al golpearla con un martillo, aunque no debería hacerlo si el suelo es de moqueta, o si los alumnos van vestidos elegantemente: extraer fragmentos de putty de la ropa puede requerir mucho rato "fregando"!).



Deformación frágil al golpear con un martillo
(Fotos: Peter Kennett)

Esta actividad demuestra que es esencial considerar el factor tiempo cuando se estudian los efectos de los esfuerzos: esfuerzos cortos e intensos pueden provocar fractura frágil; esfuerzos que duren más tiempo provocan deformación elástica; aquellos que duren todavía más tiempo provocan flujos plásticos/dúctiles.

Ficha técnica

Título: Botar, doblar, romper

Subtítulo: Un modelo de las propiedades del manto de la Tierra con Potty Putty™ de una juguetería

Tema: Los alumnos trabajan con Potty Putty™ para descubrir cómo un único material puede responder elástica, plástica o frágilmente, dependiendo de la duración de los esfuerzos aplicados.

Edad de los alumnos: 14 – 18 años

Tiempo necesario: 5 minutos

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden explicar que, a diferentes escala y duración de los esfuerzos, un material se puede comportar:

- elásticamente (y, por tanto, transmitir ondas sísmicas),
- dúctil o plásticamente (y, por tanto, puede fluir o reptar a pesar de seguir siendo sólido),
- frágilmente (y, por tanto, fracturarse, en cuyo caso se podría provocar un terremoto).

Contexto: No resulta difícil comprender que las rocas se pueden comportar frágilmente: los alumnos saben perfectamente que si golpeamos una roca con un martillo, se romperá! Las evidencias sísmicas muestran que el manto terrestre también puede transmitir ondas sísmicas por deformación elástica de las rocas que lo forman, que, por tanto, han de ser sólidas. No obstante, las rocas del manto también pueden “fluir” o reptar si se les da tiempo suficiente y bajo las condiciones de alta temperatura características del interior de la Tierra. Algunos autores de libros de texto suponen que los alumnos no serán capaces de comprender que el flujo puede tener lugar en un material sólido y, por tanto, afirman que el manto es esencialmente líquido, incluso aunque las evidencias sísmicas lo contradigan.

Ampliación de la actividad:

Se pueden estudiar datos sísmicos que demuestran que:

- las ondas sísmicas pueden atravesar el manto (por deformación elástica), tal como muestra el gráfico de debajo de velocidad de las ondas P y S a través de la Tierra;

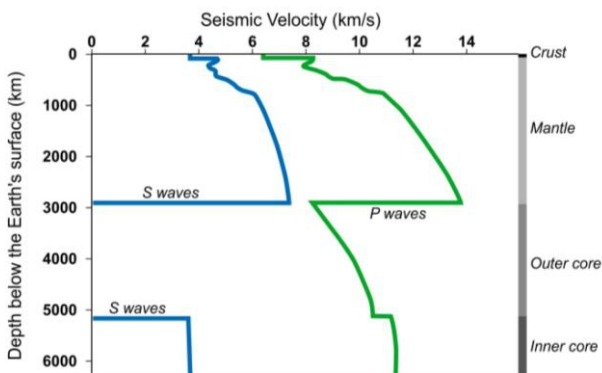


Diagrama con permiso de la Earth Science Education Unit

- el manto es casi totalmente sólido (aparte de algunas cámaras magmáticas muy localizadas de dimensión quilométrica).
- el manto superior puede sufrir fractura frágil, la cual genera terremotos. Discutan cómo el movimiento de las capas más externas de la Tierra demuestra la deformación plástica del manto subyacente.

Principios subyacentes:

- Una sola sustancia permite ilustrar cómo se produce la deformación elástica, plástica o frágil, dependiendo de las condiciones en que tiene lugar
- Las ondas sísmicas se transmiten por deformación elástica de las rocas; es decir, sus partículas oscilan hacia delante i hacia atrás , pero siempre vuelven a su posición original.
- Los terremotos se originan en los primeros 700 km por fractura frágil de rocas del manto.
- Las placas tectónicas se mueven unas respecto de las otras unos pocos centímetros por año como resultado del flujo plástico del manto subyacente, que es esencialmente sólido. (El manto puede ser hasta un 5% líquido; este líquido se mantiene entre los cristales de sus rocas, en la zona de relativa debilidad conocida con el nombre de astenosfera, a unos 150 km por debajo de la superficie terrestre. Las ondas P y S disminuyen aquí de velocidad tal como se muestra en el gráfico opuesto).

Desarrollo de habilidades cognitivas:

Comprender cómo una sustancia puede mostrar tres tipos de deformación implica un conflicto cognitivo. Aplicar la investigación del Potty Putty™ al manto implica un esfuerzo relacional importante.

Material:

El Potty Putty™ (también conocido como Silly Putty™) se puede conseguir en jugueterías o hacerse a partir de cola PVA y bórax (Véase <http://www.esta-uk.net/jesei/index2.htm>, ‘Solid mantle in full flow: the DIY potty putty simulation’ para la receta).

Enlaces útiles: Véase cómo se pueden simular la convección y el movimiento de las placas utilizando jarabe en:

<http://www.estauk.net/jesei/index2.htm>. “Mantle convection moving plates: the golden syrup / hobnob teacher demonstration” (pero eviten que los alumnos piensen que el manto ES líquido!)

Fuente: Basado en el taller “The Earth and plate tectonics”, de la Earth Science Education Unit. <http://www.earthscienceeducation.com>

© El equipo de Earthlearningidea. El equipo de Earthlearningidea se propone presentar una idea didáctica cada semana de coste mínimo y con recursos mínimos, útil para docentes y formadores de profesores de Ciencias de la Tierra, a nivel escolar de Geología y Ciencias, juntamente con una “discusión en línea” sobre cada idea con la finalidad de desarrollar una red de apoyo. La propuesta de “Earthlearningidea” tiene escasa financiación y depende mayoritariamente del esfuerzo voluntario.

Los derechos (copyright) del material original de estas actividades han sido liberados para su uso en el laboratorio o en clase. El material con derechos de terceras personas contenido en estas presentaciones sigue perteneciendo a las mismas. Cualquier organización que quiera hacer uso de este material, deberá ponerse en contacto con el equipo de Earthlearningidea.

Se han hecho todos los esfuerzos posibles para localizar a las personas o instituciones que poseen los derechos de todos los materiales de estas actividades para obtener su autorización. Si cree que se ha vulnerado algún derecho suyo, póngase en contacto con nosotros; agradeceremos cualquier información que nos permita actualizar nuestros archivos.

Si tiene alguna dificultad para leer estos documentos, póngase en contacto con el equipo de Earthlearningidea para obtener ayuda. Comuníquese con el equipo de Earthlearningidea en: info@earthlearningidea.com