

Ondas navideñas – durante todo el año

Modelando cómo se transmite la energía de las ondas sísmicas

Cuelgue una serie de bolas de plástico de las que se usan a menudo para la decoración navideña de una percha como se muestra en la foto de debajo. Es mejor hacer esto con un trozo de cordel con el fin de alinear las bolas. Sitúe una regla a lo largo del cordel para alinear las bolas horizontalmente.



Alineación de las bolas en un modelo de transmisión de ondas de "estilo navideño" con la ayuda de una regla.

Foto: Pepe Sellés-Martínez.

Separe la primera bola de la izquierda hacia arriba y deje que golpee la fila – la mayoría de las bolas no se desplazarán, pero la última saltará de la fila mostrando cómo se ha transmitido la energía a lo largo de la fila. Esto muestra cómo se transmite la energía de las ondas sísmicas P (longitudinales) a través de un sistema sin que haya desplazamiento de materia a lo largo de su camino.

Este modelo también se puede usar para mostrar los efectos de las ondas S (transversales), ya que las bolas no están unidas y son un modelo de fluido (en que las moléculas tampoco lo están). Levante la primera bola hacia usted (en ángulo recto de la línea de bolas) y suéltela para que golpee lateralmente la siguiente bola de la fila. Como la presión se ejerce a un ángulo de la fila, no se transmite, mostrando así que las ondas S no se transmiten ni en líquidos ni en gases.

Resulta útil preparar esta demostración con sus alumnos de la siguiente manera.

Antes de la demostración pida a sus alumnos:

- ¿Qué tipos de ondas generan los terremotos?
R. Ondas superficiales e internas.
- ¿Qué diferencias hay entre las ondas superficiales y las internas?
R. Las ondas superficiales se desplazan por la superficie de la Tierra tras un terremoto; las internas P y S se transmiten a través de toda la Tierra.
- ¿Qué tipo de fuerza está asociado con la transmisión de las ondas P y en qué dirección actúa? Lo mismo para las ondas S.
R. Las ondas P se transmiten por compresión actuando en la misma dirección que la transmisión, y las ondas S, por cizalla que actúa transversalmente a la dirección de transmisión.
- ¿Han visto algún modelo de transmisión de ondas P y S?
R. Quizás han visto otros modelos de transmisión de ondas P y S.
- ¿Qué aspectos de la transmisión de las ondas P y S se reproducen bien en estos modelos, y cuáles no tanto?
R. Los modelos normalmente muestran cómo se transmiten las ondas por interacciones entre moléculas, pero no cómo se transmite la energía.
- ¿Cómo se podría hacer un modelo que ilustrase tanto la transmisión de ondas como la de energía?
R. Podrían describir un "péndulo de Newton" como el de la foto de más arriba.

Antes de hacer servir el modelo, pregunte:

- ¿Qué pasará cuando la bola de la izquierda sea: a) elevada de lado y soltada, y b) elevada hacia uno mismo y soltada para que golpee la fila?
- ¿Por qué han hecho estas predicciones?

Después de demostrar el modelo, pregunte:

- ¿Por qué el modelo se comporta de esta forma?
- ¿Cómo es posible que la última bola se mueva mientras las otras se quedan quietas?
- ¿Por qué cuando la bola cae lateralmente no causa movimiento en la bola del otro extremo?
- ¿Cuál sería el efecto de poner un poco de arena entre las bolas.

Ficha técnica

Título: Ondas navideñas – durante todo el año

Subtítulo: Modelando cómo se transmite la energía de las ondas sísmicas

Tema: Una demostración de cómo la vibración de las partículas durante la propagación de las ondas de presión no provoca un desplazamiento apreciable de masa.

Edad de los alumnos: 12 – 18 años

Tiempo necesario: unos minutos para discutir y demostrar el modelo; más tiempo para prepararlo.

Aprendizajes de los alumnos: Los alumnos pueden:

- describir cómo se transmite la energía en forma de ondas;
- notar que no hay desplazamiento macroscópico de masa implicado en el proceso;
- explicar cómo se mueven las ondas P y S a través del interior de la Tierra;
- explicar cómo la onda de un tsunami se propaga a través de una masa de agua.

Contexto:

Los alumnos pueden encontrar difícil visualizar cómo se puede transmitir la energía a través de un material en forma de onda sin un movimiento de masa visible. Mucha gente también piensa que todas las ondas implican movimiento de masa, pensando, por ejemplo, que el movimiento de una onda de tsunami a través del océano implica movimiento lateral de masas, del mismo modo que han visto que las olas se mueven en la playa.

Estos conceptos erróneos pueden estar relacionados con algunos modelos usados para demostrar la propagación de las ondas sísmicas. Por ejemplo, los modelos que usan cuerdas o muelles muestran claramente movimiento adelante y atrás (para las ondas P) o movimiento lateral (para las S) de la masa del material, mientras que realmente simulan el movimiento de las moléculas, no de toda la masa material. Esta distinción a menudo no se hace notar a los alumnos.

Este modelo, por tanto, no ha sido diseñado para mostrar cómo se transmite la energía por las ondas P (y no transmitida por las S).

Ampliación de la actividad:

Pruebe el efecto de añadir un poco de arena a cada bola, tal como se ha sugerido en las preguntas para los alumnos de la página 1.

Pregunte a sus alumnos cómo pueden relacionar el modelo con la transmisión de las ondas de los tsunamis para ayudarlos a comprender que, en los tsunamis, las ondas se transmiten pero las moléculas de agua no son desplazadas sensiblemente por la onda en movimiento.

Pruebe las Earthlearningideas "Ondas en la Tierra 1, la simulación del Slinky" y "Ondas en la Tierra 2, Moléculas humanas" que muestran la propagación de las ondas sísmicas, pero no las cuestiones descritas más arriba.

Principios subyacentes:

- En un sólido, los átomos se disponen en posiciones fijas con respecto a los otros átomos.
- A nivel microscópico, las ondas P (longitudinales) se transmiten por distorsión y recuperación de los enlaces entre átomos (enlaces interatómicos).
- A nivel macroscópico, las ondas P se transmiten por impacto, seguido de deformación elástica y recuperación.
- El modelo indica que es posible que la energía se transmita de un extremo al otro del sistema sin desplazamiento significativo de los componentes intermedios. Como las bolas no están unidas entre sí, es un modelo mejor de conducta macroscópica que microscópica.
- Nótese que hay un pequeño movimiento en las bolas intermedias. Esto significa que la

transmisión de la energía no es perfecta y se pierde un poco en cada contacto porque las bolas no son perfectamente elásticas. Comparando los contactos entre bolas con fallas de la Tierra, ésta es la pequeña pérdida de energía que puede ser detectada por los sismógrafos; si no hubiese pérdida de energía, no podríamos detectar el paso de las ondas P.

- Añadiendo un poco de arena producimos más movimiento de las bolas intermedias y, por tanto, menos movimiento de la bola final. El impacto sobre una bola desplaza un poco de arena y este movimiento no se recupera y, por tanto, la bola con arena retiene más energía y su movimiento se incrementa.

Desarrollo de habilidades cognitivas:

Los alumnos establecen un modelo de conducta de las moléculas cuando son golpeadas por una onda sísmica interna. Aplicar la demostración a la situación real implica el establecimiento de nuevas conexiones.

Material

- 7 bolas de plástico de las que se utilizan en los árboles de navidad
- Una percha de ropa
- Unos 3m de cordel
- Una regla de 50cm



Montando el dispositivo.

Foto: Pepe Sellés-Martínez.

Enlaces útiles:

<http://www.sep.org.uk/publications.asp#waves> (Science Enhancement Programme): aquí pueden encontrar un librito que proporciona actividades sencillas para usar en el aula que, en su mayoría, requieren un equipamiento barato. www.bgs.ac.uk/schoolseismology para encontrar los detalles del School Seismology Project, con enlaces a datos de terremotos en tiempo real.

Fuente: Pepe Sellés-Martínez, una producción especial para ELI de Aulagea, Buenos Aires, Argentina.

© **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.

