

“Feliz Ondas” – durante o ano todo Modelando como a energia de ondas sísmicas é transmitida

Pendure uma série de bolas de plástico geralmente utilizadas na decoração de Natal em um cabide, como na fotografia abaixo. É melhor fazer isso com um pedaço de barbante, tornando mais fácil alinhar as bolas. Posicione a régua através dos barbantes para alinhar as bolas em uma linha horizontal.



Alinhando as bolas em um modelo de transmissão de ondas no “estilo de Natal” com o auxílio de uma régua.

Fotografia: Pepe Sellés-Martínez

Eleve a primeira bola à esquerda e solte para que ela bata na linha – a maior parte das bolinhas não será deslocada, mas a bola ao final será afastada da linha, mostrando como a energia foi transmitida através da linha. Isso mostra como a energia das ondas sísmicas P (ondas longitudinais) é transmitida através de um sistema sem o deslocamento de matéria no meio do caminho.

O modelo também pode ser usado para demonstrar os efeitos das ondas S (ondas transversais), uma vez que as bolas não estão unidas e então o modelo flui (onde as moléculas também não estão colocadas juntas). Levante a primeira bola em direção a você (formando um ângulo reto com a linha das bolas) e então deixe-a bater na próxima bola da linha pela lateral. Já que a pressão age em um ângulo em relação a linha, ela não é transmitida através da linha, mostrando

que as ondas S não são transmitidas por líquidos e gases.

É útil montar essa demonstração com os alunos do seguinte modo:

Antes da demonstração, pergunte aos seus alunos:

- Que tipos de ondas são geradas por terremotos?
R. Ondas de superfície e ondas de corpo.
- Quais são as diferenças entre as ondas de superfície e de corpo?
R. As ondas de superfície passam pela superfície da Terra na sequência de um terremoto; ondas de corpo P e S são transmitidas através da Terra.
- Que tipo de força está associada com a transmissão de ondas P e em que direção ela age? A resposta é a mesma para as ondas S?
R. As ondas P são transmitidas pela compressão agindo na direção da transmissão e as ondas S pelo cisalhamento agindo transversalmente à direção da transmissão.
- Vocês já tinham visto algum outro modelo de transmissão das ondas P e S?
R. Eles devem ter visto outros modelos de transmissão de ondas P e S.
- Quais aspectos da transmissão de ondas S e P esses modelos representam bem e quais eles representam não tão bem?
R. Os modelos normalmente mostram como as ondas são transmitidas por interações entre as moléculas, mas não como a energia é transmitida.
- Como poderia ser feito um modelo que ilustre tanto a transmissão de ondas quanto a transmissão de energia?
R. Eles podem descrever um modelo parecido com o “Pêndulo de Newton”, como acima.

Antes de usar o modelo, pergunte:

Geoideias: Earthlearningidea

- O que irá acontecer com a bola à esquerda quando: a) é levantada lateralmente e solta e b) levantada para frente e solta para bater na linha?
- Por que vocês fizeram essas previsões?

Depois de demonstrar o modelo, pergunte:

- Por que o modelo se comportou da forma como vocês viram?

- Como é possível a última bola se mover, enquanto que as outras permaneceram paradas?
- Por que a bola caindo lateralmente não provoca o movimento da bola na outra extremidade da linha?
- Qual seria o efeito se colocássemos um pouco de areia nas bolas?

Ficha Técnica

Título: “Feliz Ondas” – durante o ano todo

Subtítulo: Modelando como a energia de ondas sísmicas é transmitida

Tópico: Uma demonstração de como a vibração de partículas através da propagação de ondas de pressão não causa um deslocamento de massa perceptível.

Faixa etária dos alunos: 12 – 18 anos

Tempo necessário para completar a atividade: Alguns minutos para discutir e demonstrar o modelo; mais para montá-lo a partir do zero.

Resultados do aprendizado: Os alunos podem:

- descrever como a energia é transmitida na forma de ondas;
- notar que não há deslocamento macroscópico de massa envolvido no processo;
- explicar como as ondas P e S se movem através do interior da Terra;
- explicar como uma onda de *tsunami* é propagada através de uma massa de água.

Contexto:

Os alunos podem achar difícil visualizar como a energia pode ser transferida através de uma matéria na forma de uma onda sem nenhum deslocamento perceptível de massa. Muitas pessoas também pensam que todas as ondas envolvem movimento de massa – pensando, por exemplo, que o movimento de uma onda de *tsunami* através do oceano envolve o movimento de massas de água

lateralmente, da mesma forma como elas viram as ondas se movendo sobre a praia.

Tais equívocos podem estar relacionados a alguns modelos utilizados para demonstrar a propagação de ondas sísmicas. Por exemplo, modelos utilizando cordas e molas claramente mostram um movimento para frente e para trás (para as ondas P) ou um movimento lateral (para as ondas S) da massa da matéria, enquanto que eles estão na verdade modelando o movimento das moléculas, não de toda a massa da matéria. Essa distinção normalmente não é salientada aos alunos.

Portanto, esse modelo foi concebido para mostrar como a energia é transmitida através das ondas P (e não como é transmitida através das ondas S).

Continuando a atividade:

Teste o efeito de se adicionar um pouco de areia em cada bola, como sugerido nas questões da página 1.

Pergunte aos alunos como o modelo se relaciona à transmissão de ondas de *tsunami*, para ajudá-los a entender que também no caso das ondas de *tsunami* a onda é transmitida, mas as moléculas de água não são consideravelmente deslocadas pela onda em movimento.

Coloque em prática as atividades *Earthlearningidea* “Ondas na Terra 1 – a simulação da mola de brinquedo” e “Ondas na Terra 2 – moléculas humanas” mostrando

Geoideias: Earthlearningidea

a propagação das ondas sísmicas, mas seja cauteloso com relação aos problemas descritos acima.

Princípios fundamentais:

- Em um sólido os átomos estão arranjados em posições fixas em relação a outros átomos.
- Em nível microscópico, as ondas P (ondas longitudinais) são transmitidas pela distorção e recuperação das ligações entre os átomos (ligações interatômicas).
- Em nível macroscópico, as ondas P são transmitidas pelo impacto seguido da deformação elástica e recuperação.
- O modelo indica que é possível a energia ser transmitida de um lado a outro de um sistema sem deslocamento significativo de seus componentes intermediários. Como as bolas não estão fixas em uma posição relativa uma às outras, é um melhor modelo do comportamento macroscópico do que do microscópico.
- Note que há uma leve movimentação das bolas intermediárias. Isso significa que a energia transmitida não é perfeita e uma quantidade muito pequena é perdida em cada junção porque as bolas não são perfeitamente elásticas. Tomando as junções entre as bolas como equivalentes às falhas na Terra, é essa pequena energia perdida que pode ser detectada pelos sismógrafos; se não houvesse energia perdida, a passagem das ondas P não seria detectada.
- Adicionar um pouco de areia dentro das bolas produz um movimento maior das bolas intermediárias, portanto, menor movimento da bola final. O impacto em uma bola desloca um pouco de areia e esse movimento não é recuperado, consequentemente, mais energia permanece na bola com areia e seu movimento é maior.

Habilidades cognitivas adquiridas:

Os alunos estabelecem um padrão de comportamento das moléculas quando atingidas por uma onda. Relacionar a

demonstração às situações reais exige habilidades de ligação.

Lista de materiais:

- 7 bolas de plástico do tipo utilizado em árvores de Natal
- um cabide
- cerca de 3m de barbante
- uma régua de 50cm de comprimento



Montando o aparato.

Fotografia: Pepe Sellés-Martínez.

Links úteis:

<http://www.sep.org.uk/publications.asp#waves>

(*Science Enhancement Programme*) para um livreto com atividades simples para a aplicação em salas de aula, a maior parte envolvendo equipamentos baratos.

www.bgs.ac.uk/schoolseismology para detalhes sobre a *School Seismology Project*, com *links* para os dados em tempo real sobre terremotos.

Fonte: Pepe Sellés-Martínez, uma produção especial para o ELI de Aulagea, Buenos Aires, Argentina.

Geoideias: Earthlearningidea

© **Earthlearningidea team.** *Earthlearningidea* busca produzir uma nova ideia de ensino de Ciências da Terra, a cada semana, a custo mínimo, com poucos recursos, para educadores e professores de Geografia ou Ciências de educação básica. Com o intuito de desenvolver uma rede global de apoio, promove-se uma discussão *online* em torno da ideia. *Earthlearningidea* tem pouco financiamento e a maior parte do trabalho é feita por esforço voluntário.

Os autores abrem mão dos direitos autorais do conteúdo original contido nesta atividade se ela for utilizada em laboratório ou em sala de aula. Direitos autorais de materiais citados aqui, pertencentes a outras casas publicadoras, encontram-se com as mesmas. Toda organização que desejar usar este material deve contatar a equipe de *Earthlearningidea*.

Foi empenhado o máximo esforço possível para localizar e entrar em contato com os detentores dos direitos dos materiais incluídos na atividade, com o propósito de obter permissão de uso. Contate-nos, porém, por favor, se você achar que seus direitos autorais estão sendo desrespeitados; agradecemos toda informação que ajude a atualizar os registros.

A tradução/adaptação para Português foi realizada pela equipe do Laboratório de Recursos Didáticos em Geociências do Departamento de Geociências Aplicadas ao Ensino (LRDG-DGAE) do Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas (IG-Unicamp).

Se você encontrar alguma dificuldade com a leitura dos documentos, por favor, entre em contato com o grupo *Earthlearningidea* para obter ajuda. Contate o grupo *Earthlearningidea* em: info@earthlearningidea.com

