

## Saltando, dobrando, quebrando Modelando as propriedades do manto da Terra com Potty Putty™

Alunos (e alguns autores de livros didáticos) às vezes têm dificuldade em entender como as rochas do manto podem possuir diferentes propriedades em diferentes circunstâncias. O manto transmite as ondas de terremoto por deformação elástica; embora sólido, ele pode ser fluido; mas também pode fraturar dramaticamente. Como isso é possível?

As propriedades físicas do manto podem ser modeladas usando uma argila plástica composta por silicone, conhecida como Potty Putty™. Ela pode ser comprada em lojas de brinquedo ou feita no laboratório da escola (veja a Lista de materiais).

Dê a cada aluno um pequeno pedaço de Potty Putty™ (cerca de 1 cm de comprimento) peça para ele enrolá-lo como uma bola. Peça para os alunos deixarem a bola cair de uma altura de cerca de 4 cm e vê-la saltar (deformação elástica).



Deformação elástica (com a turma lotada, comece de uma altura menor!)

Peça para que os alunos estiquem o pedaço de massa e segurem-no até que ele se incline sob seu próprio peso (deformação plástica ou dúctil).



Deformação plástica sob seu próprio peso

Peça, então, para que a enrolem novamente e que a puxem, para ver se ela quebra (deformação frágil).



Deformação frágil quando quebrada

Recolha todos os pedaços, enrole-os em uma bola e coloque-a sobre uma carteira ou mesa. Mostre aos alunos o quanto ela se espalhou ao final da lição (fluindo sob a influência da gravidade).

(Você também pode desejar demonstrar que a massa vai quebrar em pedaços menores se atingida por um martelo, mas não faça isso se a sala de aula tiver carpete ou se os alunos estiverem vestindo suas melhores roupas – retirar pedaços de massa de tecidos dá muito trabalho!).



Deformação frágil quando a massa é atingida por um martelo. (Fotos: Peter Kennett)

Essa atividade demonstra que é essencial considerarmos o fator tempo quando estudamos os efeitos do estresse: um estresse curto e acentuado causa deformação frágil ou rúptil; estresses impostos por um período mais logo causa deformação elástica; estresse por um tempo ainda mais longo causa deformação plástica ou dúctil.

## Ficha Técnica

**Título:** Saltando, dobrando, quebrando

**Subtítulo:** Modelando as propriedades do manto da Terra com Potty Putty™

**Tópico:** Os alunos trabalham com Potty Putty™ para descobrir como o único material pode responder elasticamente, plasticamente ou por falhamento rúptil, dependendo da escala e da duração do estresse aplicado.

**Faixa etária dos alunos:** 14 – 18 anos

**Tempo necessário para completar a atividade:** 5 min.

**Resultados do aprendizado:** Os alunos podem explicar que, sob diferentes escalas e durações de estresse, um material sólido pode se comportar:

- de maneira elástica (e então transmitir ondas de terremoto);
- de maneira plástica ou dúctil (e podem então fluir ou deformar, sendo ao mesmo tempo um sólido);
- de maneira frágil (e pode, portanto, fraturar, o que pode ocasionar um terremoto).

**Contexto:** Entender como as rochas do manto podem se comportar de maneira frágil não é difícil – os alunos saberão que, quando uma rocha é atingida por um martelo, ela quebrará! Evidência sísmica mostra que o manto da Terra pode também transmitir ondas de terremoto por deformação elástica das rochas, mostrando que ele deve ser sólido. Entretanto, as rochas do manto podem também “fluir” ou deformar, se houver tempo suficiente, e sob condições de altas temperaturas e pressão existentes dentro da Terra. Alguns autores de livro didático assumem que os alunos não são capazes de entender como esse fluxo pode acontecer em um meio sólido e, assim, afirmam que o manto é principalmente líquido, mesmo que a evidência sísmica contradiga isso.

**Continuando a atividade:** Estudar informações sísmicas que demonstram que:

- ondas de terremoto podem atravessar o manto (por deformação elástica) como

mostrado no gráfico abaixo, da velocidade de ondas P e S através da Terra:

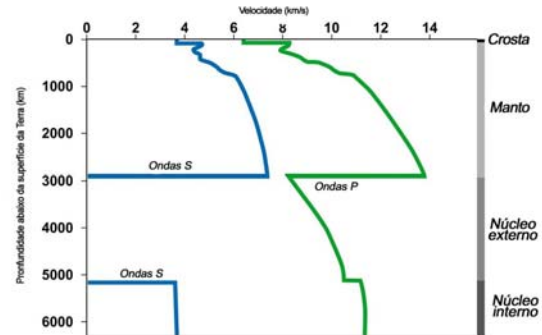


Diagrama usado com permissão da Earth Science Education Unit

- o manto é quase todo sólido (além de câmaras de magma bem localizadas, com apenas alguns quilômetros de comprimento);
- pode ocorrer fratura frágil no manto superior, o que ocasiona terremotos. Discuta a taxa de movimento das placas tectônicas, demonstrando a deformação plástica do manto abaixo delas.

### Princípios fundamentais:

- Uma única substância pode demonstrar as propriedades de deformação elástica, plástica e frágil dependendo das condições de estresse.
- As ondas de terremoto são transmitidas por deformação elástica de rochas do manto sólido, isto é, quando as partículas da rocha oscilam para frente e para trás e lateralmente, mas voltam às suas posições originais.
- Terremotos podem ser gerados nos primeiros 700 km do manto por falhamento rúptil das massas de rocha.
- As diversas placas tectônicas estão se movendo uma em relação à outra numa velocidade de alguns centímetros por ano como resultado do fluxo plástico que acontece principalmente no manto sólido, logo abaixo. (O manto pode conter até cerca de 5% de líquidos, presos entre os cristais de suas rochas, numa zona relativamente fraca conhecida como astenosfera,

## Geoideias: Earthlearningidea

aproximadamente 150 km abaixo da superfície da terra. A velocidade das ondas P e S é reduzida aqui, como é mostrado no diagrama na outra página).

### **Habilidades cognitivas adquiridas:**

Entender como uma substância pode exibir três tipos de deformação envolve conflito cognitivo. Aplicar a investigação com Potty Putty™ ao manto da Terra envolve um esforço de conexão.

**Lista de materiais:** Potty Putty™ (também conhecido como Silly Putty™) de lojas de brinquedo, ou fornecedores de equipamentos de laboratório, ou feito com cola branca e bórax (borato de sódio) (veja

<http://www.esta-uk.net/jesei/index2.htm>, 'Solid mantle in full flow: the DIY potty putty simulation' para a receita).

**Links úteis:** Veja como a convecção do manto e o movimento das placas podem ser simulados usando cola em <http://www.esta-uk.net/jesei/index2.htm> 'Mantle convection moving plates: the golden syrup / hobnob teacher demonstration' (mas seja cauteloso em permitir que os alunos pensem que o manto é líquido).

**Fonte:** Baseado no *workshop* intitulado 'The Earth and plate tectonics', da Earth Science Education Unit. <http://www.earthscienceeducation.com>.

© **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](mailto:info@earthlearningidea.com)