

Dobradores de banana Utilizando uma banana para simular estruturas geológicas

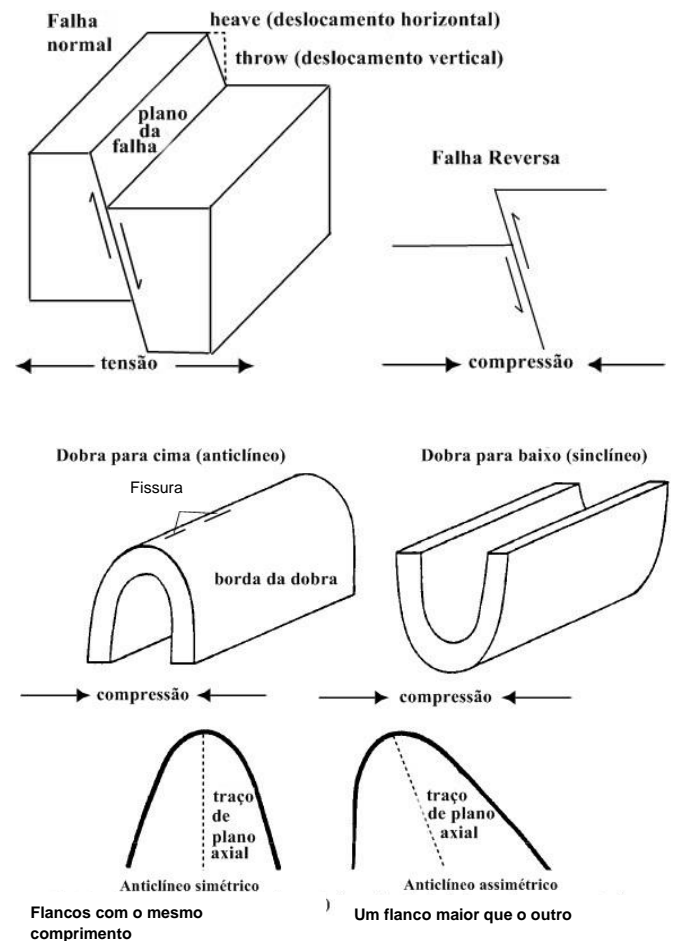
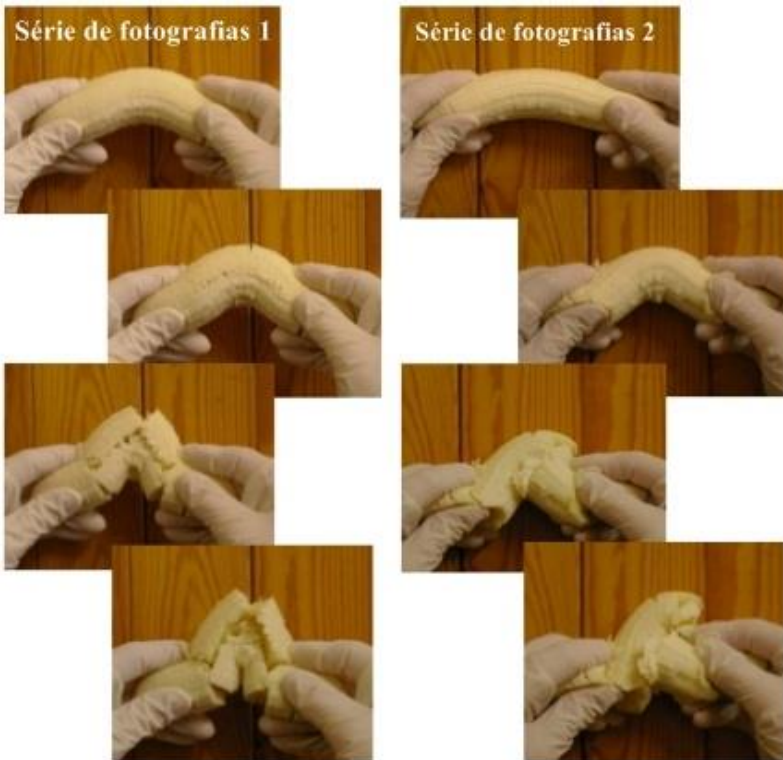
Rochas podem ser dobradas em muitas formas e podem ser quebradas por falhas. Essas dobras e estruturas de falhas podem ser vistas em cordilheiras, escarpas e ainda em pequenas amostras de mão. Experimente utilizar bananas para ver como essas estruturas podem ser formadas. Dê a cada par ou grupo de alunos uma banana.

Peça aos alunos para:

- descascarem a banana, segurarem ambas as extremidades firmemente e então lentamente empurrarem com as mãos o comprimento da banana até que ela comece a ficar achatada (deformada). *Nota:* é importante que eles empurrem as mãos juntas. Isso requer uma força horizontal considerável no início.
- desenhem ou fotografem as estruturas conforme elas se formam. Adicionem quantas legendas puderem aos seus desenhos/fotografias a partir dos diagramas seguintes.

Tentem classificar o seguinte:

- Dobras, traço do plano axial da dobra, flancos, ângulo máximo atingido antes de ocorrer a quebra. Isso é uma dobra para cima (anticlinal) ou uma dobra para baixo (sinclinal), uma dobra simétrica ou assimétrica?
 - fissuras, área de deformação
 - falhas, planos de falhas, heave (deslocamento horizontal), throw (deslocamento vertical). São falhas normais ou reversas? Qual é o lado voltado para cima?
- Tentem comparar as estruturas com as naturais em rochas reais e pensar sobre as condições necessárias para produzi-las. Compressão, tensão ou forças de cisalhamento podem estar envolvidas.
 - Coma a banana!



Ficha Técnica

Título: Dobradores de banana

Subtítulo: Utilizando uma banana para simular estruturas geológicas

Tópico: Essa simulação pode ser usada em qualquer aula onde a deformação de rochas esteja sendo discutida, seja em pequena escala, em uma amostra de mão ou exposição de rocha, ou em larga escala como na construção de uma montanha.

Faixa etária dos alunos: 8 – 80 anos

Tempo necessário para completar a atividade: 30 minutos

Resultados do aprendizado: Os alunos podem:

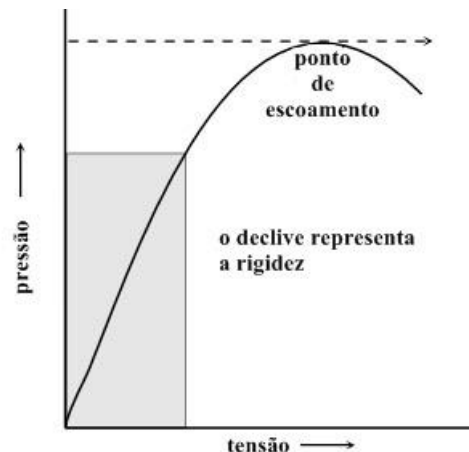
- ver uma série de estruturas sendo produzidas pela deformação compressiva;
- produzir, descrever, analisar e relatar esses tipos de estruturas;
- relacionar as corretas legendas aos desenhos/fotografias dessas estruturas;
- apreciar que a banana é um modelo para um sistema maior e materiais diferentes;
- perceber que para que as rochas sejam dobradas elas devem ter estado em maiores temperaturas e pressões do que são experimentadas na superfície;
- apreciar que a banana está em condições não confinadas enquanto que as rochas estão confinadas pela massa de rocha acima e em volta delas;
- apreciar que a banana está representando apenas uma camada de rocha. Quando as camadas de diferentes rochas são dobradas e com falhas, cada camada pode se comportar de modo diferente. Algumas são mais fracas (incompetente) do que outras (competente) e são deformadas mais prontamente;
- perceber que a taxa de deformação demonstrada pela banana é extremamente rápida comparada com a taxa de deformação da rocha. Contudo, as falhas podem ocorrer muito rapidamente, geralmente resultando em terremotos devastadores.

Contexto:

Bananas são comumente disponíveis, barras lineares de material que pode se deformar prontamente e repetidamente para produzir uma série completa de estruturas dobradas e de falha. Elas podem ser deformadas em temperatura ambiente e irão produzir respostas diferentes

dependendo da idade e estado de maturação, mas resultados consistentes serão obtidos.

Compressão é aplicada à banana através de seu comprimento, resultando em uma dobra devido à curvatura natural da fruta. Geólogos e engenheiros utilizam experimentos similares para testar a força e a resiliência das rochas e dos componentes utilizados na construção civil, feito de materiais como aço e madeira. A teoria de como os componentes respondem à compressão combinada e dobra foi formulada no final do século XIX por Euler (referido ao diagrama a seguir). Euler mostrou que limitando a tensão em componentes em que a curvatura depende da rigidez (inclinação da tensão/ curva de tensão) do material, não de sua força compressiva (tensão em um ponto de escoamento). Antes da falha a forma deformada é metade de uma onda senoidal.



Nota: Os diagramas de simples estruturas dobradas assumem que as camadas que não tenham sido reviradas. Em tais casos, uma dobra para cima é um verdadeiro anticlinal e uma dobra para baixo é um verdadeiro sinclinal. Estritamente falando os termos antiforme e sinforme deveriam ser usados, até que possam ser estabilizados e que as camadas estejam do lado certo. A melhor definição de um anticlinal é uma dobra onde as rochas mais antigas afloram no núcleo da dobra: no caso de um sinclinal, as rochas mais recentes afloram no núcleo da dobra.

Resultados apresentados pela sequência de fotografias 1 e 2

- A princípio, a banana resiste a força aplicada ao longo de seu comprimento.
- À medida que a força aumenta, a banana começa a dobrar. Nesta fase, a banana está simulando um antiforme (dobra para cima). A curvatura aumenta rapidamente. Logo, fissuras aparecem no topo da dobra. Dependendo do estado de maturação da banana, duas ou mais fissuras podem aparecer.

Quase que simultaneamente, o material começa a deformar no interior da curva e uma curva em forma de joelho ou uma zona de torção aparece.

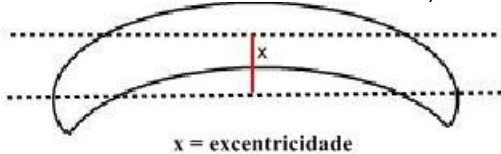
- Conforme a força compressiva continua, uma falha ocorre e pedaços de banana se movem para cima em planos de falhas (em ambos os lados na série de fotografias 1 e em apenas um lado na série de fotografias 2).
- É possível ver minúsculas falhas radiais em forma de arco logo acima da curvatura máxima.

Continuando a atividade:

Os alunos poderiam repetir a atividade com bananas em diferentes estados de maturação para ver se é possível prever os resultados. Utilizando a internet, eles poderiam encontrar imagens de dobras e falhas e descrever como elas são formadas usando a atividade com a banana como uma analogia.

Princípios fundamentais:

- Os materiais se comportam de maneira previsível sob compressão.
- A força compressiva resulta em uma tensão compressiva uniforme sobre toda a seção transversal do corpo que está sujeito à esta força.
- Devido à curvatura natural das bananas, a força compressiva cria um efeito curvador (momento) igual a força aplicada multiplicada pela excentricidade da banana. (Excentricidade é a distância entre as linhas centrais nas extremidades e o centro da banana.)



- Esse efeito curvador causa uma tensão compressiva adicional dentro da curva e uma tensão de tração igual e oposta fora desta.
- Conforme a força aumenta, a excentricidade também aumenta e assim a tensão devido à

curvatura aumenta mais rápido que o aumento na força aplicada.

- Quando, fora da curva, a tensão de tração devido à curvatura excede a tensão compressiva devido à força compressiva axial, fissuras aparecem fora da curva.
- Quando, no interior da curva, a tensão compressiva devido à curvatura e à força compressiva axial juntas excedem o comprimento compressivo do material, esta falha (fratura) ao longo de um ou mais planos da tensão principal (máxima).
- Falhas compressivas de rochas em grandes estruturas (como montanhas) pode ser modeladas de forma relativamente acurada em uma pequena escala utilizando “Dobradores de banana”.

Habilidades cognitivas adquiridas

Padrões repetitivos e similares surgem conforme as várias estruturas se desenvolvem. Conflito cognitivo é causado quando se percebe que as rochas, para terem sido dobradas, devem ter sido submetidas em algum momento a altas temperaturas e pressões. A discussão acerca do que está acontecendo envolve metacognição. Relacionar as estruturas vistas na banana às rochas dobradas e com falhas vistas na construção de montanhas e em amostras de mão requer habilidades de ligação.

Lista de materiais:

- bananas
- luvas descartáveis (opcional)
- fotografias de dobras e falhas (opcional)
- amostras demonstrando estruturas em pequena escala (opcional)

Links úteis:

Para colocar esta atividade em um contexto, coloque em prática ELI “Placas tectônicas através da janela” e “Continentes em colisão”. ELIs incluem “Construção de montanhas de margarina” e “O Himalaia em 30 segundos”.

Fonte:

Adaptado por Elizabeth e Martin Devon a partir de uma ideia de Patrick James e Ian Clark, *School of Natural and Built Environments, University of South Australia*.

Todas as fotografias e diagramas: Martin e Elizabeth Devon

© **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

