

A vista de cima: tectonismo vivo

Como era estar lá – em cima de uma colisão formadora de montanhas?

Leve seus alunos para uma área de rochas dobradas como essas e pergunte-os 'Como era estar lá – no chão em cima de onde essas rochas estavam sendo dobradas?'



Rocha devoniana dobrada pela compressão quase horizontal, St Annes Head, Pembrokeshire, Wales.

Esse arquivo é licenciado por Rodney Harris em: geograph.org.uk sob a licença Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic

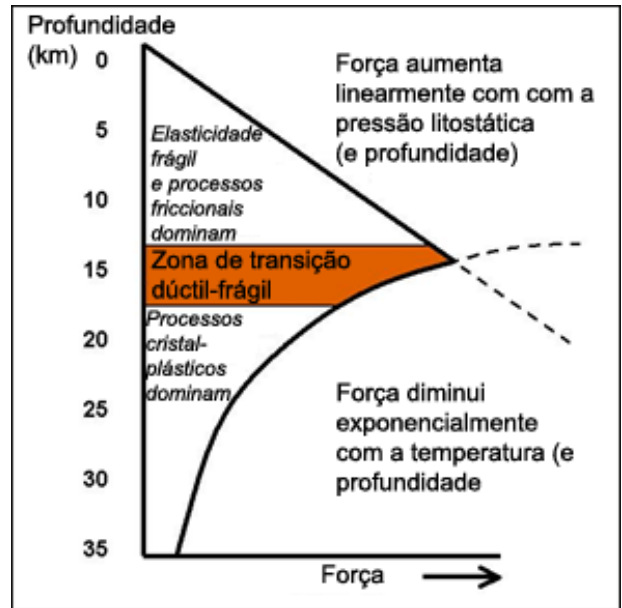
Como as rochas foram espremidas pela pressão nas laterais, reduzindo a largura da área (e, portanto, causando encurtamento crustal) pergunte-os para onde o material espremido foi. Esprema uma bola macia para servir como dica. A resposta é que o material espremido deve ter ido para cima e para baixo.



Bola macia espremida. (Chris King).

Pergunte-os quão alto o material espremido deve ter chegado. Ajude-os a responder a questão mostrando um gráfico de como uma rocha sob pressão se deforma.

O gráfico mostra que quando rochas são comprimidas, o comportamento dúctil que resulta no dobramento ocorre ou dentro ou também abaixo da 'Zona de transição dúctil-frágil' e deve ter ocorrido em uma profundidade de mais de 13 km. Isso significa que deve ter sido pelo menos 13km de material acima das rochas dobradas – ou que eles devem ter sido empurrados para cima das montanhas.



Um gráfico simplificado da força de uma rocha rica em quartzo e seu tipo de deformação.

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Brittle%E2%80%93ductile_transition_zone

Agora você pode perguntar novamente 'Como era estar lá? – Como seria a vista no chão em cima de onde essas rochas estavam sendo dobradas?' Eles devem responder que eles estariam no topo de uma cadeia de montanhas.



Visão aérea da cadeia do monte Everest

Esse arquivo é licenciado por Kerem Barut sob a licença Creative Commons Attribution-Share Alike 2.0 Generic

Por fim pergunte o que teria acontecido debaixo dos seus pés enquanto as rochas do subterrâneo eram comprimidas em dobras nas raízes das montanhas. A resposta é que as rochas superiores da crosta não teriam se dobrado, mas teriam se fraturado em falhas. Cada movimento da falha teria causado um terremoto. Essa pode ter sido uma 'cadeia de montanha tremida' com vários pequenos terremotos ou sujeita a grandes terremotos de tempos em tempos. À medida que novas montanhas se formavam, intemperismo e erosão seriam algo bem ativo, com frequentes deslizamentos de terra e rios com correntes rápidas levando os sedimentos embora – um ambiente muito dinâmico no topo de uma zona de colisão formadora de montanhas.

Eles teriam experimentado o 'tectonismo vivo' – estando em um ambiente onde a colisão de placas tectônicas estava formando novas montanhas.

Ficha Técnica**Título:** A vista de cima: tectonismo vivo**Subtítulo:** Como era estar lá – em cima de uma colisão formadora de montanhas?**Tópico:** Um experimento mental pedindo aos alunos para imaginarem como seria estar em cima de uma cadeia de montanhas em formação.**Faixa etária dos alunos:** 8 anos para cima**Tempo necessário para completar a atividade:** 10 minutos**Resultados do aprendizado:** Os alunos podem:

- explicar como rochas são dobradas por forças compressivas nas raízes das montanhas;
- explicar como isso resulta em encurtamento crustal;
- descrever como a compressão deve ter feito com que as rochas acima e abaixo fossem espremidas para cima e para baixo respectivamente;
- descrever as prováveis condições em cima de uma recém formada cadeia de montanhas, sujeita a terremotos e intemperismo e erosão extrema.

Contexto:

Essa atividade ajuda os alunos a visualizar a intensidade dos processos que causam dobramentos e elevações, e dos intensos processos na superficiais susceptíveis de resultar - nas superfícies altamente expostas assim formadas.

Parte da compressão de uma colisão formadora de montanhas é acomodada por:

- redução da porosidade das rochas sedimentares originais para zero
- a formação de novos minerais densos durante o metamorfismo, por exemplo, caulinita é um argilo-mineral típico de rochas sedimentares, com uma densidade relativa (DR) de 2.6; biotita, um típico mineral de rochas metamórficas, possui um DR de 2.7-3.1, enquanto granada, típico de rochas metamórficas de alto grau, possui um DR de 3.9-4.2.

No entanto, a maior parte da compressão resulta em elevadas cadeias de montanhas, à medida que o material foi forçado para cima e para baixo.

No gráfico, a fratura da rocha (por exemplo, a falha) domina a zona dos processos frágeis, elásticos e friccionais, enquanto que o dobramento ocorre na área de 'processos cristal-plásticos'. Deformação cristal-plástica é o principal processo pelo qual a foliação se desenvolve em rochas metamórficas. O gráfico assume um gradiente geotérmico (aumento de temperatura com a profundidade), de 20°C km⁻¹; isso é porque, mesmo em estado 'normal' gradientes geotérmicos podem variar entre 15 e 30°C km⁻¹; em zonas de choque entre placas tectônicas onde rochas em baixa temperatura são empurradas para baixo, gradientes geotérmicos baixos são normais.

É importante notar que cadeias de montanhas formadas em cima de rochas dobradas não precisam necessariamente ter uma altitude maior do que 13 km. As rochas teriam se dobrado profundamente na crosta, e a cadeia de montanhas dificilmente seria maior do que as que vemos atualmente na Terra – chegando a 9km no Monte Everest. À medida que novas montanhas são formadas, suas raízes se desenvolvem ao mesmo tempo, mantendo-as em equilíbrio isostático. Veja o Earthlearningidea, *Isostasia – 1: Modelando o equilíbrio das camadas superficiais da Terra* para uma atividade explicativa deste processo.

Essa atividade ressalta o fato de que quando você está olhando para um grupo de rochas dobradas, você está em cima das raízes de montanhas que um dia teriam se erguido quilômetros acima de você.

Continuando a atividade:

Pergunte onde a rocha que sobrepõe a área dobrada deve ter ido. Uma espessura de 13 km de material deve ter se erodido e sido transportado da área das rochas dobradas e depositado em outro lugar.

Procure pelo Earthlearningidea '*From folds to crustal shortening: visualizing past processes by calculation*'

para ter um cálculo aproximado de quando o encurtamento crustal aconteceu.

Ajude os alunos a visualizarem como um terremoto é de verdade, mostrando-os o relato de Charles Darwin sobre um terremoto no Chile em 1835:

"O dia ficou marcado nos anais de Valdivia, o maior terremoto já sentido pelos habitantes mais antigos. Eu estava na costa, deitado em uma madeira para descansar. Veio subitamente e durou dois minutos; mas pareceu durar muito mais tempo. O tremor do chão era muito sensível. Para mim e meu colega, as vibrações pareciam vir do leste, no entanto outros pensaram que vinha do sudoeste; o que mostra a dificuldade de saber a direção dessas vibrações. Não foi difícil ficar de pé, mas o balanço quase me deixou tonto. Era como o movimento de um barco passando por uma pequena onda, ou uma pessoa patinando sobre uma camada fina de gelo, que dobra com peso do corpo do patinador. Um terrível terremoto como esse destrói nossa noção mais básica: a terra, o maior símbolo de estabilidade, se moveu de baixo dos nossos pés, como uma tábua sobre a água; apenas um segundo transmitiu uma estranha ideia de insegurança que nem horas de reflexão teriam alcançado. Na floresta, à medida que a brisa balança a folha das árvores, eu apenas senti a terra tremer, mas não vi consequências disso"
Charles Darwin, Fevereiro 20th 1835, Valdivia, Chile. De: *A Viagem do Beagle*, Edusp, 2009: 194

Princípios fundamentais:

- Rochas são dobradas pela compressão, resultando no encurtamento crustal.
- Encurtamentos crustais em larga escala produzem cadeias de montanhas com raízes.
- As montanhas em formação estariam sujeitas a terremotos e extremas condições de intemperismo e erosão.

Habilidades cognitivas adquiridas:

Os alunos têm que imaginar a formação de uma montanha a partir de um dobramento visível. Conflito cognitivo pode ser causado considerando o que aconteceu com o material espremido. Criatividade é necessária para visualizar as condições do recém-formado topo da cadeia de montanhas.

Lista de materiais:

uma imaginação fértil

Links úteis:

Tente procurar por 'mountain-building animation' em um site de buscas como o Google™, para achar animações que ilustrem bem o fenômeno para os alunos.

Procure pelo Earthlearningidea "*Das dobras ao encurtamento da crosta: visualizando processos passados através de cálculo*"

Fonte:

Idealizado por Chris King da equipe 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 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

