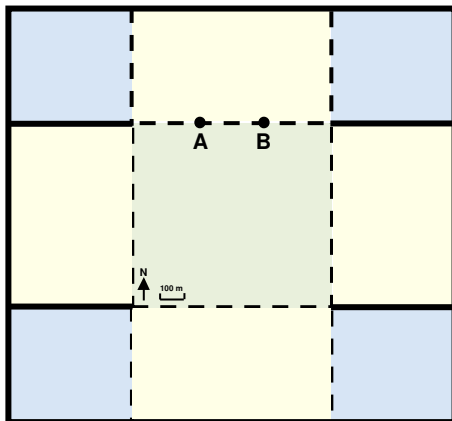


## Mapa geológico a partir de modelos 5: geologia dobrada em modelos de blocos Desenhe e faça seus próprios modelos 3D de áreas com rochas dobradas

Utilize os modelos das atividades anteriores do *Earthlearningidea* (ELI) para esboçar a geologia de seqüências dobradas simples. Utilize as cores/ sombreamento e os símbolos utilizados nos modelos anteriores.

### Planície – versão 3

Utilize um novo modelo ampliado de uma região plana (do ELI “Mapa geológico a partir de modelos 1”, que você pode já ter usado para fazer as versões 1 e 2) para esboçar e completar a versão 3 utilizando a seguinte geologia.



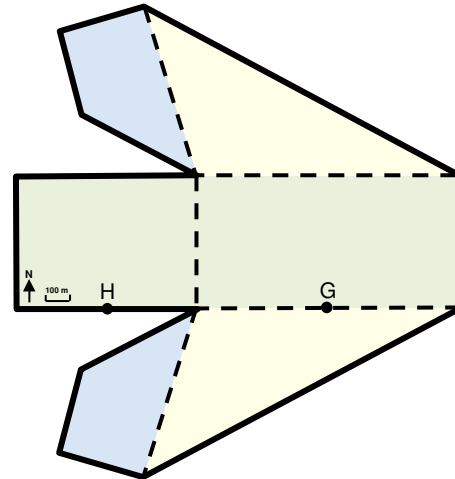
A geologia da área possui uma seqüência de arenito coberto por calcário que foi vagarosamente dobrado. O limite calcário/arenito aflora na localização A, um terço de um caminho através do lado norte da área, onde possui um mergulho real de 30° (para baixo em relação a horizontal) em direção a oeste. O mesmo limite aflora na localização B, dois terços de um caminho através do lado norte da área, mas aqui há um mergulho real de 30° em direção a leste.

Após desenhar a geologia, complete as seguintes sentenças:

1. As formações de rocha estão dobradas em *anticlinal/sinclinal*
2. A dobra tem *partes inclinadas igualmente/ uma parte inclinada mais íngreme que a outra*
3. Os eixos dobrados tendem a *N-S/ NW-SE/ E-W/NE-SW*

### Cuesta – versão 3

Utilize um modelo de cuesta (ELI “Mapa geológico a partir de modelos 2”) para mostrar a seguinte geologia.

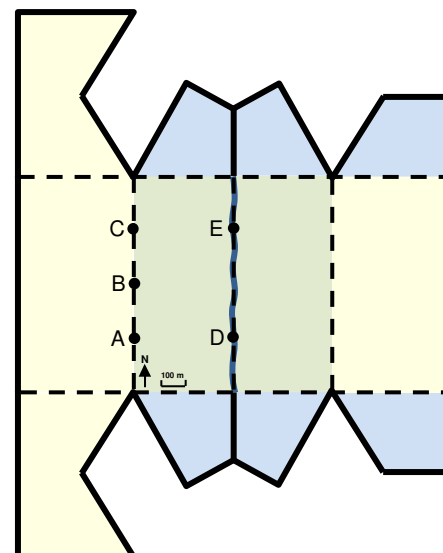


A área contém uma formação de lama carbonática, sobreposta por uma formação de calcário. O limite calcário/lamito aflora na metade do caminho de inclinação rasa na localização G, onde é inclinada em direção a oeste em 20° (a partir da horizontal). O mesmo limite aflora na metade do caminho do declive mais íngreme, na localização H, com inclinação a leste de 35°. Este é um exemplo de topografia invertida onde a forma da geologia é o oposto da forma do relevo.

Responda as mesmas três questões do modelo anterior.

### Vale com assoalho horizontal – versão 2

Esboce a seguinte geologia em um recorte ampliado deste modelo (ELI “Mapa geológico a partir de modelos 3”). Localizações A, B e C estão equidistantes entre si e até as extremidades SW e NW. Localização D está a leste da localização A, enquanto que a localização E está a leste de C.



A área possui uma sequência de calcário sobreposta por arenito acima de lama carbonática. O limite calcário/arenito foi encontrado na localização A com inclinação de 30° a sul em relação a horizontal. O limite calcário/arenito também foi encontrado no assoalho do vale; na localização D estava inclinado 30°S e na localização E estava inclinado 10°N. Os dados dos furos em outros lugares mostraram que o arenito tem uma espessura vertical de 150m.

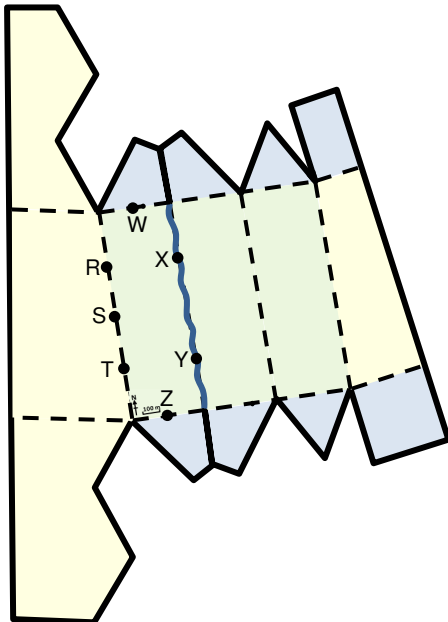
Após desenhar todos os limites geológicos no topo e nos lados do modelo, complete as seguintes sentenças:

1. As formações de rocha estão dobradas em *anticlinal/sinclinal*
2. A dobra tem *partes inclinadas igualmente/ uma parte inclinada mais íngreme que a outra*
3. Os eixos dobrados tendem a *N-S/ NW-SE/ E-W/NE-SW*
4. O plano axial da dobra é *vertical/inclinado (não vertical)*

Depois, utilize a linha tracejada para desenhar o plano axial no topo e nos lados do modelo.

### Cume inclinado e vale – versão 3

Esboce a geologia através deste recorte de modelo (ELI “Mapa geológico a partir de modelos 4”). Localizações R, S e T estão equidistantes entre si e até as extremidades NW e SW. Localização X está a leste de R, enquanto que Y está a leste de T. Localizações W e Z estão na metade do caminho ao longo do declive do vale.



Note que os plutons são geralmente representados em mapas geológicos coloridos com uma cor vermelha forte; em mapas em preto e branco, eles são geralmente denotados por símbolos + dispersos aleatoriamente através do afloramento.

A geologia da área possui uma sucessão de arenitos sobrepostos a lama carbonática que foi dobrado em uma dobra aberta com um eixo E-W; um conglomerado horizontal que foi colocado em discordância no topo desta sequência dobrada. O limite arenito/lama carbonática está exposto nas localizações W e X, onde é inclinado 10° a sul (a partir da horizontal). O limite arenito/ lama carbonática também é exposto nas localizações Y e Z, onde é inclinado 30° a norte (novamente, a partir da horizontal). A inconformidade horizontal é encontrada na localização T, com o conglomerado colocado na superfície da inconformidade. Um pluton circular pequeno de raio 100m com lados verticais é encontrado centrado na extremidade NE da área; este tem 50m de extensão de aureóla metamórfica.

Quando terminarem a geologia, tentem completar as seguintes sentenças:

1. Em um vale, o afloramento da fronteira geológica ou leito geralmente forma um “V” na *direção oposta a/ na direção da* inclinação dos leitos.
2. As formações de rocha estão dobradas em *anticlinal/sinclinal*
3. A dobra tem *partes inclinadas igualmente/ uma parte inclinada mais íngreme que a outra*
4. Os eixos dobrados tendem a *N-S/ NW-SE/ E-W/NE-SW*
5. O plano axial da dobra é *vertical/inclinado em direção a norte/ inclinado em direção a sul*

Por fim, desenhe o plano axial no modelo.

## Ficha Técnica

**Título:** Mapa geológico a partir de modelos 5: geologia dobrada em modelos de blocos

**Subtítulo:** Desenhe e faça seus próprios modelos 3D de áreas com rochas dobradas

**Tópico:** Parte de uma série que introduz simples mapas geológicos – através de modelos 3D. Uma tabela com a progressão e o aumento das habilidades de pensamento espaciais envolvidas nesta série é dada na última página.

**Faixa etária dos alunos:** 14 – 19 anos

**Tempo necessário para completar a atividade:** 90 minutos para todos os quatro modelos

**Resultados do aprendizado:** Os alunos podem:

- adicionar dados geológicos a um modelo de blocos 3D;
- relacionar os dados às fronteiras geológicas;
- explicar isso através de figuras 3D da geologia.

### Contexto:

Os alunos utilizam novas impressões dos modelos de atividades anteriores para desenhar e apreciar como as estruturas geológicas dobradas aparecem nas formas de relevo de complexidade crescente.

**Planície – versão 3.** A geologia aqui é de uma anticlinal aberta para cima com partes inclinadas em ângulos de 30°. Os limites geológicos aparecem como linhas retas no topo do modelo. As respostas corretas as perguntas são “*anticlinal*”; “*possui partes inclinadas igualmente*” e “*N-S*”.

**Cuesta – versão 3.** Esta é uma sinclinal inclinada, com o o calcário mais resistente formando o topo do cume assimétrico, ilustrando a topografia invertida.

As respostas as questões são: “*sinclinal*”; “*possui uma parte inclinada mais íngreme que a outra*” e “*N-S*”.

### Vale com assoalho horizontal – versão 2.

Depois que a geologia do limite calcário/arenito no lado oeste foi esboçada, o limite nas seções transversais sul e norte é mostrado através de linhas horizontais (inclinação aparente = 0°). Isso intersecta a superfície do mapa e permite que o limite seja desenhado na superfície do mapa e a seção transversal leste também. O limite arenito/lama carbonática depois é adicionado ao mapa, por desenhar o limite paralelo a outros. Os dados dos furos permitem que o limite arenito/ lama carbonática seja adicionado às seções transversais oeste e leste.

As respostas as questões são: “*anticlinal*”; “*possui uma parte inclinada mais íngreme que a outra*”, “*E-W*” e “*inclinada (não vertical)*”. O eixo dobrado pode ser desenhado E-W através das

extremidades do afloramento em forma de diamante de lama carbonática no mapa. Nas seções transversais, o plano axial inclina-se em direção a sul em um ângulo bissetriz do ângulo das duas partes, (80°N).

**Cume inclinado e vale – versão 3.** Isso é esboçado por desenhar o afloramento do limite arenito/lama carbonática por ligar os pontos W e X com uma linha reta e desenhar uma linha no lado oposto ao riacho para completar um “V” simétrico. Depois, o ponto W é esboçado na seção transversal norte do modelo, permitindo que uma linha horizontal seja desenhada através da seção transversal. A partir de onde a linha horizontal encontra a extremidade NW, o limite é desenhado inclinado 10° a sul. O mesmo procedimento é utilizado para esboçar o mergulho ao norte do limite arenito/lama carbonática. A inconformidade horizontal do conglomerado é esboçada em um dos modelos anteriores e apenas aparece nas seções superiores dos cumes. Um pequeno pluton circular com sua aureóla é esboçado no final. As respostas para as questões são: “*na direção da*”, “*sinclinal*”, “*possui uma parte inclinada mais íngreme que a outra*”, “*E-W*” e “*inclinado em direção a sul*”.

### Continuando a atividade:

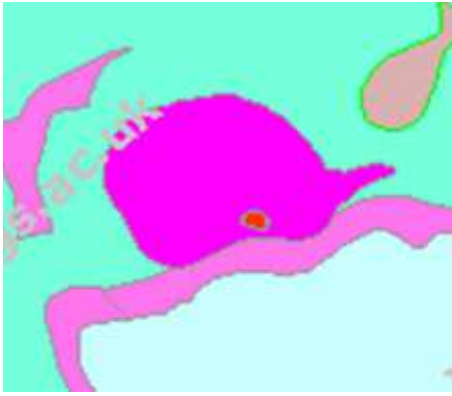
Para cada um dos modelos, os alunos poderiam ser convidados a:

1. desenhar uma mapa geológico da área;
2. construir uma seção transversal geológica diagonalmente através do bloco;
3. se houver uma exposição de rocha na área, o que seria a inclinação dos leitos, e como isso deveria ser mostrado através mapa geológico.

Poderia ser mostrado aos alunos um exemplo real de um pequeno pluton circular em um mapa geológico por acessar o site BGS ‘OpenGeoscience’ em <http://www.bgs.ac.uk/OpenGeoscience/> e clicar em ‘Geology of Britain’. Mude a base do mapa para ‘imagery’ e então insira ‘Priestcliffe Ditch’ na caixa ‘Go to Location’. Na parte sudoeste do marcador há um pluton aproximadamente circular e, se a barra de rolagem no topo do mapa for deslizada até a posição ‘Transparency = none’, o mapa se parece com o mostrado.

Note que a barra de rolagem ‘Transparency’ pode ser movida para trás para mostrar a geografia da área também – quando pode-se ver que parte da rocha ígnea que forma o pluton está extraída agora.

Retirada a partir da escala 1:50 000 BGS do mapa geológico digital, British Geological Survey © NERC. Todos os



Com um simples clique de *mouse* no pluton circular no site BGS, você pode descobrir que a rocha ígnea formadora do pluton é “micrograbro”, um rocha de cor preta e de granulação média, ideal para construção de estradas e do lastro (cascalho) para vias férreas.

### Princípios fundamentais:

- A estrutura geológica tridimensional de uma área pode ser esboçada em diagramas de blocos.

### Habilidades cognitivas adquiridas:

Desenhar a geologia em modelos tridimensionais envolve habilidades de pensamento espacial.

Quanto mais complexa a geologia se torna, mais interpretação espacial é requerida, incluindo habilidades de interpolação e extrapolação.

### Lista de materiais:

- impressões dos modelos ELI de mapas 1 - 4, por aluno
- tesouras (se elas não estiverem disponíveis, posicione uma régua plana através das bordas a serem cortadas e rasgue o papel através da régua)
- clipes de papel, quatro por modelo
- materiais para desenho, incluindo lápis, borracha, régua, transferidor e lápis de cor

### Links úteis:

Atividades com níveis superiores de mapas com tutoriais *online* estão disponíveis para *download* gratuito em *Open University*:

[http://podcast.open.ac.uk/oulearn/science/podcast-s260\\_mapwork#](http://podcast.open.ac.uk/oulearn/science/podcast-s260_mapwork#)

**Fonte:** Concebida por Chris King da Equipe *Earthlearningidea* em ‘*Geology Teaching*’, o jornal da *Association of Teachers of Geology* em 1980 (Volume 5, N°. 1, páginas 15 – 19).

© **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)



**A progressão e o aumento das habilidades de pensamento espaciais demonstradas através das atividades Earthlearningidea**  
**Atividades “Mapas geológicos a partir de rabiscos” e “Mapa geológico a partir de modelos”**

Atividade		Topografia da superfície	Geologia da superfície	Estratégias e habilidades
Mapas a partir de rabiscos 1: um morro cônico		Morro cônico	Plana e horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traçar e desenhar simples seções transversais topográficas</li> <li>Adicionar cruzamentos de fronteira geológica e juntar com linhas retas e horizontais</li> </ul>
Mapas a partir de rabiscos 2: vale com geologia simples		Vale inclinado	Plana e horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traçar e desenhar simples seções transversais topográficas</li> <li>Adicionar cruzamentos de fronteira geológica e juntar com linhas retas e horizontais</li> <li>Esboçar a geologia em um diagrama de blocos 3D</li> </ul>
Mapas a partir de rabiscos 3: vale com geologia inclinada		Vale inclinado	Superfícies inclinadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar um verdadeiro declive em uma seção transversal utilizando um transferidor</li> <li>Adicionar cruzamentos de fronteira geológica e juntar com linhas retas</li> <li>Apreciar que o declive aparente é sempre menor que o declive real</li> <li>Apreciar que, em vales, os limites geológicos geralmente formam um “V” na direção do declive</li> <li>Esboçar a geologia em um diagrama de blocos 3D</li> <li>Começar a compilar uma lista de regras para mapas</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 1	Planície versão 1	Planície	Plana e horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adicionar os dados de fronteira geológica às seções transversais e juntar com linhas retas, linhas horizontais de mapas</li> </ul>
	Planície versão 2	Planície	Superfícies inclinadas; característica vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adicionar os dados de fronteira geológica às seções transversais e juntar com linhas retas, linhas horizontais de mapas</li> <li>Utilizar as fronteiras nas seções transversais que interceptam a superfície topográfica para desenhar uma fronteira na superfície</li> <li>Adicionar uma característica vertical (dique)</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 2	Cuesta versão 1	Cume assimétrico	Plana e horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adicionar os dados de fronteiras geológicas às seções transversais para construir linhas retas e horizontais</li> </ul>
	Cuesta versão 2	Cume assimétrico	Superfícies inclinadas; característica vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar um verdadeiro declive em uma seção transversal utilizando um transferidor</li> <li>Adicionar fronteiras geológicas paralelas</li> <li>Adicionar uma característica vertical (falha) que move uma fronteira geológica</li> <li>Apreciar a ligação entre formações geológicas fortes e fracas e a topografia</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 3: vale com assoalho horizontal		Vale com assoalho horizontal	Superfícies inclinadas; característica vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar um verdadeiro declive em uma seção transversal utilizando um transferidor</li> <li>Adicionar fronteiras geológicas paralelas</li> <li>Utilizar as fronteiras nas seções transversais que interceptam a topografia da superfície para desenhar fronteiras na superfície</li> <li>Construir fronteiras paralelas na superfície</li> <li>Apreciar que, em vales, as fronteiras geológicas geralmente formam um “V” na direção do declive</li> <li>Apreciar que a espessura aparente é sempre maior que a espessura real</li> <li>Adicionar uma característica vertical (dique)</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 4	Cume/vale com assoalho inclinado versão 1	Cume / vale com assoalho inclinado	Superfícies inclinadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adicionar os dados de fronteira geológica às seções transversais para construir linhas retas</li> <li>Adicionar fronteiras geológicas paralelas</li> <li>Apreciar a ligação entre formações geológicas fortes e fracas e a topografia</li> <li>Interpolar o aproximado declive real do declive aparente</li> </ul>
	Cume / vale com assoalho inclinado versão 2	Cume / vale com assoalho inclinado	Superfícies inclinadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar um verdadeiro declive em uma seção transversal utilizando um transferidor</li> <li>Adicionar fronteiras geológicas paralelas às seções transversais</li> <li>Utilizar as fronteiras nas seções transversais que interceptam a topografia da superfície para desenhar fronteiras na superfície</li> <li>Construir fronteiras paralelas na superfície</li> <li>Apreciar que, em vales, as fronteiras geológicas geralmente formam um “V” na direção do declive e o oposto é verdadeiro para cumes</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 5: planície; cuesta; vale com assoalho horizontal; cume / vale com assoalho inclinado		Todos os modelos de formas de relevo acima	Superfícies onduladas em dobras abertas	<p>As estratégias e habilidades descritas na caixa acima e, além de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar ondulações com igual inclinação dos membros e aqueles com membros em inclinações de diferentes ângulos</li> <li>Apreciar a topografia invertida</li> <li>Desenhar eixos dobrados e planos axiais dobrados</li> <li>Desenhar uma discrepância e um pluton com uma aureóla metamórfica</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 6: planície com falhas rochosas 1		Planície	Falhas em um declive normal e em gota; leitos inclinados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar os efeitos de uma falha em um declive normal e em gota</li> <li>Utilizar isto para explicar como diferentes tipos de falhas podem ter efeitos similares nos padrões de rocha visível em leitos inclinados (mas diferentes efeitos nas características verticais)</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 7: planície com falhas rochosas 2		Planície	Falhas descobertas normais e inversas; leitos inclinados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar os efeitos das falhas descobertas normais e inversas nas seções transversais</li> <li>Utilizar isto para explicar como diferentes tipos de falhas podem ter efeitos similares nos padrões de rocha visível.</li> </ul>
Mapa a partir de modelos 8: planície com falhas rochosas 3		Planície	Falhas normais, inversas, de empurrão e transcorrente em 45°; leitos inclinados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenhar os efeitos de diferentes tipos de falhas nas seções transversais</li> <li>Utilizar isto para explicar como diferentes tipos de falha podem ter efeitos similares nos padrões de rocha visível</li> </ul>
Declive DIY e modelo descoberto		Superfícies inclinadas	Leito inclinado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medir inclinações, declives descobertos e aparentes em um modelo de superfície inclinada, utilizando um clinômetro DIY se nenhum outro clinômetro estiver disponível</li> </ul>
Mapa geológico: superfície geológica e o mapa geológico		Não fornecido, suposto razoavelmente como uma planície	Relativamente complexo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relacionar características geológicas de superfície em um mapa geológico aos lugares onde elas podem ser encontradas</li> </ul>