

## De bolas de argila até a estrutura da Terra

### Uma discussão sobre como a Física pode ser usada para comprovar a estrutura da Terra

#### Usando bolas de argila para fazer perguntas-chave

Prepare duas bolas de argila do mesmo tamanho para cada grupo, uma com uma bolinha de rolamento, ou algo parecido, no centro. Então, faça essa série de questões.

#### 1. Duas bolas de argila – qual é a diferença?

Dê o par de bolas para cada grupo de alunos e peça-os para usar seus sentidos para perceber a diferença entre elas, **sem destruí-las**. A maioria perceberá logo que uma bola é mais pesada que a outra.

#### 2. O que pode explicar a diferença?

Confirme que uma é mais pesada que a outra. Então, pergunte para cada grupo a razão disto. Desafie-os a sugerir ao menos três ideias diferentes.

As diferentes hipóteses que eles podem sugerir incluem:

- Uma tem algo pesado em seu interior, como um pedaço de metal;
- Uma tem algo leve em seu interior, com um vazio ou um pedaço de poliestireno;
- Uma é feita com argila mais pesada que a outra.

Eles também podem sugerir:

- Uma das bolas fica gradualmente mais pesada da superfície até seu centro (com camadas)
- ou
- Uma das bolas fica gradualmente mais leve da superfície até seu centro.

#### 3. Como poderíamos descobrir qual das ideias está correta?

Agora, desafie cada grupo a sugerir como as bolas podem ser testadas **sem destruí-las**, para descobrir qual das ideias sugeridas está correta. Eles podem usar qualquer objeto na escola ou na cidade.

As ideias geralmente sugeridas incluem o uso de:

- Algo para perfurar cada bola;
- Um pouco de argila de cada bola para ser pesada;
- Um ímã;

- Um ultrassom (como os usados pelas grávidas);
- Ressonância eletromagnética (muitas hospitais têm uma máquina dessa; detectores de metal também usam ressonância eletromagnética);
- Raios-x
- Radiação (cujo nome correto é radiação ionizante – alfa, beta ou gama).

Alguns alunos também podem sugerir testar as diferenças no modo como as bolas rolam ou giram.

Sugestões incorretas incluem que podemos tentar se as bolas flutuam ou afundam, ou que poderíamos pesá-las. Isto apenas confirmaria o que já sabemos – que uma bola é mais pesada que a outra.

As respostas para as outras ideias são:

- Algo para perfurar cada bola – *se você espeta um palito em cada bola, um a atravessará e outro será contido pela bolinha de metal;*
- Um pouco de argila de cada bola para ser pesada – *se isso for feito, a densidade das argilas será a mesma;*
- Um ímã, ultrassom, ressonância eletromagnética e raios-X – *todos devem detectar a bola de metal;*
- Radiação – *radiação alfa e beta não penetram a argila, mas a bola de metal deve ser detectada pela radiação gama;*

#### 4. Qual dessas ideias pode ser usada para descobrir se a Terra possui um núcleo?

Peça para que os grupos discutam e sugiram qual das sugestões listadas poderia ser usada para comprovar que a Terra possui um núcleo. As respostas são:

- Algo para perfurar a Terra – *isso não é possível, uma vez que a perfuração mais profunda feita na Terra possuía 12 km de profundidade, e a borda externa do núcleo está a cerca de 3.000 km abaixo da superfície;*
- Um pouco de argila de cada bola para ser pesada – *nós podem*

## Geoideias: Earthlearningidea

pesar a Terra e então descobrir que ela possui uma densidade relativa de cerca de 5,5, enquanto rochas da crosta terrestre têm uma densidade relativa de cerca de 3, indicando que há algo de alta densidade nas profundezas da Terra;

- Um ímã – isto detectaria o campo magnético da Terra, então deve haver algo em seu interior causando isso;
- Ultrassom – Possui uma frequência muito alta para penetrar a Terra, mas um som de baixa frequência (infrassom) ou ondas sísmicas penetram a Terra e fornecem a melhor evidência da localização e das características do núcleo;

- Ressonância eletromagnética e raios-X – não podem penetrar a Terra;
- Radiação ionizante – mesmo a radiação gama pode penetrar a Terra alguns poucos metros no centro, de forma que não pode penetrar o interior da Terra;
- O modo como a Terra gira (sua inércia rotacional) – isso sugere que a Terra possui um núcleo mais denso.

Resuma as descobertas – a melhor evidência que possuímos para a existência do núcleo são as ondas sísmicas, mas medições de densidade, inércia e magnetismo também cumprem importante papel.

---

### Ficha Técnica

**Título:** De bolas de argila até a estrutura da Terra.

**Subtítulo:** Uma discussão sobre como a Física pode ser usada para comprovar a estrutura da Terra

**Tópico:** Uma série de questões é feita para que os alunos façam uma discussão em grupo que promova seu entendimento sobre a estrutura da Terra, e sobre como alguns métodos de geofísica são usados, além de suas habilidades cognitivas.

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

**Tempo necessário para completar a atividade:** 20 min.

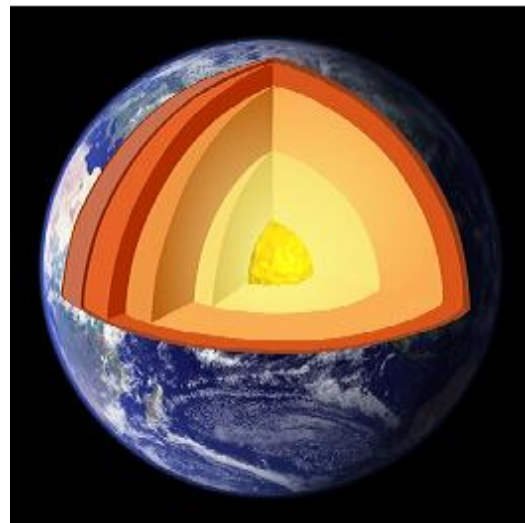
**Resultados do aprendizado:** Os alunos podem:

- Desenvolver hipóteses por meio de discussões;
- Sugerir métodos para testar tais hipóteses;
- Sugerir que métodos físicos podem ser usados para explorar a Terra;
- Descrever os métodos que são usados para fornecer evidências sobre o núcleo terrestre.

**Contexto:**

Você pode ensinar aos alunos que a Terra possui um núcleo de uma maneira simples e rápida dando a eles um diagrama mostrando o núcleo e pedindo para que eles o copiem e então aprendam. Ou...

Você pode desenvolver um entendimento mais profundo da evidência de que a Terra possui um núcleo seguindo as instruções acima.



Uma vista em corte da Terra, mostrando o núcleo em amarelo.

*Eu, Charles C., o detentor do copyright desse trabalho, por este meio publico-o sob a licença Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0*

Mesmo apesar de toda a discussão com as bolas tomar um tempo mais longo em sala de aula do que simplesmente pedir que os alunos desenhem diagramas, ela desenvolve muito melhor a compreensão da evidência da existência do núcleo ao mesmo tempo cobrindo diversos aspectos da Física e desenvolvendo as habilidades cognitivas.

### Continuando a atividade:

Os alunos podem descobrir a densidade da bola de metal de uma maneira parecida com o método usado para estimar a densidade do núcleo da Terra:

- Pesando a bola que não possui a bola de metal para descobrir sua massa;
- Descobrendo o volume dessa bola medindo seu raio e usando a fórmula:

**Volume de uma esfera =  $\frac{4}{3} \pi r^3$**

- Calculando a densidade da bola e, assim, a densidade de argila usando a fórmula:

**Densidade = massa/volume**

- Pesando a bola com a bola de metal para descobrir sua massa;
- Subtraindo os pesos das duas bolas, para descobrir o peso extra da bola de metal;
- Descobrendo o raio da bola de metal perfurando a bola de argila com um palito e subtraindo essa medida do raio da outra bola;
- Calculando o volume da bola de metal;
- Calculando a densidade extra da bola de metal dividindo a massa extra da bola de metal por seu volume;
- Adicionando esse valor à densidade da bola de argila para chegar à densidade da bola de metal.

Esses princípios foram usados para calcular as densidades de diferentes camadas da Terra. A partir desses cálculos, foi possível estimar a densidade relativa do núcleo variando de cerca de 9,9 em sua borda para aproximadamente 13 no centro. Enquanto isso, a crosta possui uma densidade relativa de aproximadamente 3, assim, a densidade relativa de todo o planeta é de cerca de 5,5.

### Princípios fundamentais:

- A atividade consolida a compreensão de diversos processos físicos e características incluindo densidade, inércia, magnetismo, eletromagnetismo, som (ultrassom e sísmico) e radiação (raios-X e ionizante).
- A melhor evidência que existe para a posição do núcleo e sua

característica são as ondas sísmicas, mas medições de densidade, inércia e magnetismo também contribuem com informações úteis.

### Habilidades cognitivas adquiridas:

O desenvolvimento de hipóteses envolve construção e as discussões em grupo certamente desenvolvem o conflito cognitivo e possivelmente a metacognição, ao que é pedido para que os alunos descrevam as suas razões. Essa transição das bolas de argila para a Terra envolve conexão.

### Lista de materiais:

- Duas bolas feitas de argila por grupo de estudantes – cada bola deve ter 2 a 3 cm de diâmetro, uma delas deve ter uma bola de metal em seu centro, ocupando cerca de metade do diâmetro da bola; para facilitar a organização do material após a atividade, use cores diferentes de argila para essa bola.
- Um palito, agulha de crochê ou algo similar;
- Um ímã;
- Opcional: uma balança e uma régua (de preferência, pinças de precisão)

### Links úteis:

O Serviço Geológico dos Estados Unidos publicou um livro útil disponível para download sobre a estrutura terrestre e placas tectônicas em seu *website*, chamado 'This dynamic Earth: the story of plate tectonic's', disponível em <http://pubs.usgs.gov/gip/dynamic/dynamic.html>.

**Fonte:** Baseado em King, C. (2002) *The secrets of Plasticine balls and the structure of the Earth: investigation through discussion. Physics Education*, 37 (6), 485-491, baseado em uma ideia de John Reynolds e Maggie Williams descrita em King, C. & York, P. (1996) *Investigating the science of the Earth, SoE2: geological changes – Earth's structure and plate tectonics*. Sheffield: Earth Science Teacher's Association.

## 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](mailto:info@earthlearningidea.com)