

Abordando o interior da Terra no ensino básico por meio da experimentação

DEALING WITH EARTH'S INTERIOR IN BASIC EDUCATION THROUGH EXPERIMENTATION

EZEQUIAS N. GUIMARÃES, MATHEUS SCALABRIN, ELIELTOM S. SILVA, THIAGO A. EVANGELISTA, WAGNER S. DIAS, ELIZETE C. HOLANDA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA, BOA VISTA, RR, BRASIL.

E-MAILS: EZEQUIAS_GUIMARAES@HOTMAIL.COM, MATHEUS.BRN@GMAIL.COM, ELIELTOMS@YAHOO.COM, TALVESEVANGELISTA27@GMAIL.COM,

WAGNER.DIAS@UFRR.BR, ELIZETE.HOLANDA@UFRR.BR

Abstract: Geological themes are addressed in elementary education inside the programmatic content of the subjects of Science and Geography and therefore, certain geological contents in elementary education can often occupy a secondary role. The purpose of this work was to bring the university closer to basic education, popularizing certain concepts and contents through actions with graduate and elementary school students. The initiative of this project sought to deal with the theme "Earth's Interior" based on experiments that allowed to understand the geological phenomena and processes that occur in the known internal subdivisions. These experiments sought to reproduce, in a simple way, and with the use of alternative and low cost materials, the observed patterns from micro to macroscale in the natural phenomena. The experiments were elaborated by a group of students from curricular component Historical Geology, of the bachelor's degree in Geology at the Federal University of Roraima, under the orientation of the professors of this discipline, and presented to a group of 51 students from 6th grade of elementary school. The experience has shown that students in basic education have a better understanding of the phenomena when exposed through experiments.

Manuscrito:

Recebido: Artigo selecionado, VIII Simpósio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra / EnsinoGEO-2018

Correção: 11/10/2018

Aceito: 12/11/2018

Citação: Guimarães, E. N., Scalabrin, M., Silva, E. S., Evangelista, T. A., Dias, W. S., & Holanda, E. C. 2019. Abordando o interior da Terra no ensino básico por meio da experimentação. *Terrae Didática*, 15, 1-6, e019005. doi:10.20396/td.v15i0.8654660

Palavras-chave: Interior da Terra, Educação Básica, Experimentos.

1 Introdução

As Geociências não se configuram como uma disciplina presente no currículo da educação básica brasileira, muito embora seu conteúdo esteja distribuído dentro do ensino de Ciências e Geografia, conforme consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1998a-b) e, portanto, passíveis de serem tratados nos conteúdos programáticos desde o Ensino Fundamental.

Abordagens geológicas fazem parte do conteúdo de Ciências e Geografia trabalhado em todos os níveis da educação no Brasil, muito embora os materiais didáticos existentes demandem, na maioria das vezes, revisão e complementações (Mello, Mello & Torello, 2005).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental, em Ciências Naturais (Brasil, 1998a), os temas geológicos são tratados no eixo temático "Terra e Universo" e tem como conteúdos centrais o Sistema Sol-Terra-Lua, natureza cíclica, origem e evolução; noções de escala das grandezas tempo-

rais e espaciais; planetologia comparada; evolução fisiográfica da paisagem; estrutura interna terrestre; distribuição desigual de luz e calor associada às diferentes zonas climáticas; abundância e disposição dos materiais fluidos e sólidos que compõem as diferentes esferas (atmosfera, hidrosfera, biosfera, litosfera); e uma síntese dos processos formadores de rocha e suas classes principais. Por sua vez, o eixo temático Vida e Ambiente propõe discutir o desenvolvimento e evolução dos ecossistemas e neste contexto a origem dos combustíveis fósseis, bem como os processos de fossilização e a importância destes no registro evolutivo da vida na Terra.

Já no ensino de Geografia (Brasil, 1998b), os temas geológicos são abordados dentro do eixo "o estudo da natureza e sua importância para o homem", com o desenvolvimento de temas como "os fenômenos naturais, sua regularidade e possibilidade de previsão pelo homem" e "a natureza e as questões socioambientais". Sendo parâmetros, e não diretrizes, os PCNs não garantem a abordagem qualitativa dos temas, assim como a presença

de determinados conteúdos nos livros didáticos. Ainda há a dimensão da autonomia das redes estaduais e municipais de ensino, que podem privilegiar determinados conteúdos em detrimento de outros.

Diante de tanta flexibilidade no currículo, certos conteúdos geológicos no ensino básico podem ocupar um papel secundário, apesar de não serem os únicos a sofrerem com estas ausências. Nossa função é, através de iniciativas que aproximem a universidade do ensino básico, popularizar determinados conceitos e conteúdos por meio de ações com estudantes e docentes.

Este projeto buscou tratar do tema “O Interior da Terra” com base em experimentos que permitissem entender os fenômenos geológicos e os processos que ocorrem nas subdivisões internas conhecidas. Estes experimentos buscaram reproduzir, de maneira simples, os padrões observados da micro à macroescala nos fenômenos naturais. Assim, os conteúdos e exemplos puderam apelar para o aspecto vivencial dos estudantes, englobando os conceitos de contextualização e da interdisciplinaridade, previstos nos PCNs (Brasil, 1998a-b).

Scliar (2009) compartilha deste entendimento afirmando que a escolha dos materiais, dos procedimentos experimentais e o tema abordado configuram-se como objeto de contextualização e interdisciplinaridade. A primeira visa dar significado ao que se pretende ensinar ao aluno. Ou seja, o ponto de partida é a realidade vivida pelo estudante com um novo olhar e uma compreensão que transcende seu cotidiano, enquanto a interdisciplinaridade deve servir como instrumento para conhecer a realidade, ultrapassando os limites de uma única disciplina.

Segundo a definição de Constante e Vasconcelos (2009), o termo “atividade experimental” aplica-se às atividades práticas onde há controle e manipulação de variáveis e que podem ser laboratoriais, de campo ou outro tipo de atividades práticas onde o aluno é executante da mesma. A manipulação de variáveis foi o foco do projeto desenvolvido com o objetivo de despertar o interesse dos participantes.

2 Metodologia

A atividade foi construída ao longo do segundo semestre letivo de 2017, no componente curricular Geologia Histórica, como uma ação de extensão universitária. A ação culminou com o desenvolvimento das atividades planejadas num encontro com estudantes do 6º Ano do Ensino Fundamental do

Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Roraima. As atividades envolveram temas relacionados à Geologia no conteúdo programático das disciplinas de Ciências e de Geografia.

Dentre as primeiras iniciativas da ação, os estudantes de graduação realizaram uma avaliação qualitativa dos livros didáticos, a fim de entender o conteúdo programático e a linguagem adotada para a abordagem dos temas relacionados às geociências. Na ocasião, os livros consultados foram os seguintes: Adas e Adas (2011), Giansanti (2012), Lucci e Branco (2012), Magalhães, Sourient, Gonçalves e Rudek (2012) e Projeto Araribá (2010). Após a delimitação dos conteúdos, desenvolveu-se um levantamento bibliográfico direcionado para o tema escolhido e elaboração de um texto base sobre ele que pudesse auxiliar na escolha dos experimentos.

Posteriormente, realizou-se uma oficina para confecção dos materiais tridimensionais e para dialogar sobre os métodos de ensino para aplicação dos experimentos. A oficina foi um importante momento para a equipe tirar dúvidas sobre as melhores formas de apresentar os conteúdos para os estudantes do ensino básico e trocar ideias para a realização da atividade.

Para a construção dos experimentos buscou-se a utilização de materiais alternativos e de baixo custo. Numa data anterior à exposição, foi realizada uma pré-apresentação dos experimentos para testar a execução e o tempo necessário para a atividade, quando foi possível realizar os últimos ajustes.

Por fim, a exposição do projeto aconteceu nas dependências da Universidade Federal de Roraima no dia 13 de setembro de 2017, pela manhã. Foram atendidos 51 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental, divididos em 4 grupos de 12 a 13 alunos.

3 Resultados

Na avaliação qualitativa do conteúdo referente ao interior da Terra nos livros didáticos do 6º ano, foi possível notar que a maior parte dos conteúdos geológicos são tratados de forma geral, sem aprofundamento. Por isso é fundamental a escolha de uma boa coleção didática, pois em certos livros o conteúdo sobre o interior da Terra é trabalhado apenas por uma ilustração, enquanto em outros havia o cuidado de caracterizar minimamente as camadas. Da mesma forma, encontramos generalizações que simplificam muito os conceitos e não viabilizam uma leitura esclarecedora, porém

em outros encontramos textos complementares sobre o assunto.

Apesar de não ser o foco deste texto, é importante frisar que seja qual for a coleção didática, será impossível encontrar abordagens específicas e contextualizadas com cada uma das realidades brasileiras e do mundo. Esta mediação deve ser realizada pelo docente responsável no trabalho com estes conteúdos, de modo a torná-los significativos para os estudantes.

Para a realização das atividades, ambientou-se de acordo com as divisões internas da Terra uma sala de aula cedida pela Universidade Federal de Roraima. Deste modo, o piso foi coberto com tecido TNT de cinco cores distintas para representar as camadas internas: o branco representou a crosta, amarelo o manto superior, verde o manto inferior, marrom o núcleo externo e vermelho o núcleo interno. Cada divisão interna do planeta foi dividida em duas partes: a primeira consistia em demonstrar o comportamento físico da camada e a segunda, ocupava-se de representar os fenômenos físico-químicos importantes que ocorrem na profundidade em questão.

Desta forma, a crosta foi o ponto de partida do ciclo de experimentos proposto. Nesta etapa, distribuí-se alimentos para os alunos, a fim de que eles fizessem analogias que representam de forma simples o zoneamento interno terrestre. Para isso, utilizou-se abacate, ameixa, ovo cozido e cebola. Esta última, representou o caráter estratificado da Terra no geral, enquanto os demais fizeram alusão à divisão em três camadas. Os alunos partiram as frutas e o ovo com uma faca e a partir do que viram dentro de cada material concluíram que o caroço representa o núcleo, a polpa o manto e a casca a crosta. Sabe-se que a crosta continental no geral é mais espessa, menos densa e contém uma quantidade considerável de silício e alumínio quando comparada com a crosta oceânica (Mason, 1971). Assim, sua composição química média assimila-se ao granodiorito, enquanto a crosta oceânica é representada pelo basalto. Portanto, foram apresentadas tais litologias e feitas comparações entre elas para que se percebesse suas principais diferenças e semelhanças. Além disso, para que os alunos pudessem compreender como massas rígidas podem dobrar até certo ponto, antes do momento da ruptura, utilizou-se plastilina (massa de modelar). Comparou-se um pedaço mais espesso com outro mais fino para visualizar qual deles suportava melhor dobrar antes de quebrar, como também para os alunos

terem o contato tátil com diferentes materiais com comportamentos geológicos distintos.

A próxima etapa do ciclo de experimentos tratou de representar os fenômenos naturais que movimentam toda dinâmica interna do manto terrestre. Por conveniência, dividiu-se em 2 partes, manto superior e inferior. Ressalta-se que, essas experimentações físico-químicas são válidas para o manto como um todo, ou seja, não são restritos à estratificação proposta na ambientação deste trabalho. Isso ocorre em decorrência de que existem muitas hipóteses em discussão quanto à questão da possível divisão de manto inferior e superior (Kearey, Klepeis, & Vine, 2016). Este foi um ponto bastante discutido durante a apresentação dos experimentos. Pela sequência dos experimentos, após começar a perceber sensivelmente a resistência dos materiais crustais, partiu-se para a astenosfera, onde instigou-se como que massas duras, como grandes continentes, movimentam-se sobrepostos a um material supostamente menos rígido. Portanto, utilizou-se uma massa gelatinosa (tipo geleia) distribuída entre os alunos para que estes pudessem tateá-la e perceber como este material oferece uma baixa resistência ao aplicar uma carga sobre ela.

As transformações energéticas e o principal “motor” da dinâmica interna foram apresentados com o uso de uma vela e de um pedaço de papel recortado em forma de espiral, preso a uma linha fina (Fig. 1A). Ao aproximar a espiral da chama da vela, ela rotacionava com aceleração gradual até enrolar todo o fio que a segurava. Este movimento decorre da transformação da energia calorífica em energia cinética, que por sua vez, convertia-se em movimento centrífugo (Halliday, Resnick, & Walker, 2009). Quando a chama transfere calor para o ar, a porção aquecida torna-se menos densa que as demais nas suas adjacências e, com isso, há ascensão desse fluido gasoso que gera um fluxo movimentando a espiral. Este é um fenômeno muito simples, mas de extrema importância para processos geológicos, como o alojamento de corpos magmáticos ou hidrotermalismo. Portanto, quando há transferência de calor no interior da Terra, há movimentação das massas rochosas tanto no manto quanto na crosta (Teixeira, Fairchild, Toledo, & Taioli, 2009).

A terceira fase foi denominada de manto inferior. A zona inferior do manto também é sólida, densa e abrange a maior parte do volume interior da Terra. É constituído por oxigênio, magnésio,

silício e óxidos (Mason, 1971). A experimentação tátil desta etapa consistiu em misturar trigo com água e deixar que os alunos manuseassem a mistura, demonstrando também como o fator tempo implica no comportamento dos materiais (Fig. 1B). Com uma tigela cheia de trigo e água, bateu-se rapidamente com uma colher na superfície da mistura e depois, de forma mais lenta, mexeu-se a colher no interior da mistura. Nessa primeira, percebeu-se que a resposta do trigo com água à carga rápida aplicada pela batida com colher é diferente da resistência oferecida ao movimentar a colher devagar e com mesma intensidade de força era diferente. Desta forma, demonstrou-se como um mesmo material oferece diferentes resistências sob ação de deformações velozes, como rupturas que causam terremotos (comportamento frágil, ou rúptil) e sob ação de deformações lentas, quando se assemelha a um líquido muito viscoso (Kearey et al., 2016). Por sua vez, o experimento nessa fase foi um simulador das correntes de convecção do manto com ênfase na Segunda Lei da Termodinâmica, naturalmente o sentido da transferência de calor ocorre da fonte quente para a fria. No experimento, encheu-se uma bacia transparente com água gelada e após depositou-se um pequeno recipiente de vidro com água quente tingida de vermelho (Fig. 1C). Quando o recipiente com água quente é lentamente despejado dentro da bacia com água fria, por conta da diferença de densidade, a água quente ascende em direção à superfície da bacia. Essa ascensão é facilmente observada por conta da coloração avermelhada da água quente. Quando a água quente chega à superfície do recipiente ela esfria e volta a se depositar no fundo do recipiente. Ambos os experimentos do manto superior e inferior são uma complementação para a dinâmica geral do manto, que fornece calor para o movimento das placas. Essa foi uma das fases que mais obteve a participação dos alunos que foram responsáveis em verificar a temperatura no recipiente com água morna e por observar a subida e descida da água tingida.

A extinção das ondas S na base do manto é particularmente significativa, sugerindo que o material do núcleo subjacente carece de rigidez, e se comporta como um líquido (Mason, 1971). Para representar esse comportamento do núcleo externo utilizou uma mistura de maisena, água e cola branca e um experimento sobre o campo magnético terrestre. Ao manusear a mistura de maisena, água e cola os alunos puderam perceber

como um material bastante denso se comporta como um fluido viscoso, no caso da Terra, mediante as altas temperaturas. A intenção é demonstrar que nem todo líquido tem a mesma fluidez da água, dependendo da viscosidade seu comportamento pode assemelhar-se à de sólidos. Para o experimento foi necessária uma bola de isopor recortada em duas partes. Entre essas duas partes colocou-se uma peça de imã. Após fechar novamente a bola de isopor, agora com o imã dentro, essa peça representou o planeta Terra. Em seguida sobre a bola de isopor despejou-se uma mistura de lã de aço triturada e imergida em óleo de cozinha. A partir desse momento os alunos puderam observar que o “metal líquido” foi atraído em direção ao centro da bola de isopor, dispondo-se em uma configuração semelhante às linhas do campo magnético terrestre. Portanto, as farpas de metal se orientaram nos polos de forma vertical (em relação à superfície), e horizontalmente na região equatorial.

O núcleo possui densidade calculada de 10-13 gramas por centímetro cúbico e ocupa cerca de 16% do volume total da Terra (Grotzinger & Jordan, 2013). Para representar o comportamento do núcleo interno foram utilizados gesso e água e um experimento com uma garrafa PET para ilustrar como a pressão no núcleo interno influencia no estado da matéria. A mistura de água com gesso, inicialmente líquida, rapidamente começa a adquirir um comportamento mais rígido, ao passo que há liberação de calor do gesso. Essa transformação de estado da matéria foi o ponto chave para explicar para os alunos como o núcleo interno exibe comportamento físico de sólido concomitantemente às altas temperatura e pressão. Esse foi um momento de muita interação com os alunos, enquanto o gesso estava resfriando eles conseguiam sentir que a liberação do calor tornava o material mais sólido e resistente. Já o experimento consistiu em uma garrafa PET com diversos pequenos furos na base. A garrafa foi cheia com água até a metade e quando levantada a água saía pelos buracos, o que não ocorre quando a garrafa estava tampada. Quando tampada a garrafa não derramou água por conta da pressão atmosférica que consegue ser maior que a pressão exterior, impedindo que a água derrame. O mesmo acontece no núcleo interno. Por conta da alta temperatura era esperado que ele estivesse em estado líquido como o núcleo externo, mas por conta da alta pressão ele se comporta como um sólido (Teixeira et al., 2009).



Figura 1. Experimentos utilizados. A) Sobre a transferência de calor do manto para a crosta. B) Experimento tátil. C) Experimento de simulação das células de convecção do manto

4 Conclusão

Considerando que Geociências e Geologia não compõem o quadro de componentes curriculares no ensino básico, é preciso pensarmos em alternativas para difundir e popularizar este conhecimento. Acreditamos que é preciso ir além dos conteúdos dos livros didáticos, desenvolvendo cursos de formação continuada para os docentes de todas as áreas, não apenas Geografia e Ciências. Desenvolver atividades que transformem este conhecimento científico, oriundo do universo acadêmico, em conhecimento didático, a ser difundido na Educação Básica, é um desafio que envolve iniciativas como esta.

O principal interesse dos alunos foi manusear os materiais nos experimentos, o momento de “colocar a mão na massa”. Os alunos demonstraram melhor entendimento sobre os fenômenos quando expostos por meio dos experimentos. Alguns dos alunos disseram já terem visto ou realizado alguns dos experimentos utilizados, mas em contextos diferentes, o que pode ajudar a compreender conteúdos de outros componentes curriculares.

Após a execução deste projeto, espera-se que os discentes da educação básica consigam perceber as relações geocientíficas através de materiais simples de uso cotidiano, para começar a compreender as características da dinâmica interna da Terra e a interação entre seus sistemas. A criação de ferramentas mediadoras do conhecimento com conteúdo em geociências é ação a ser incentivada, na medida em que seu incentivo estimula o interesse pelos temas das geociências, demonstrando sua relevância para o meio social e tecnológico.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Ensino de Geografia (LEGE), ao Instituto de Geociências e ao Colégio de Aplicação da UFRR.

Referências

- Adas, M., & Adas, S. (2011). *Expedições Geográficas*. Vol. 1. São Paulo: Moderna.
- Brasil. MEC. Secretaria da Educação Fundamental. (1998a). *Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil. MEC. Secretaria da Educação Fundamental. (1998b). *Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Geografia*. Brasília: MEC/SEF.
- Constante, A., & Vasconcelos, C. (2010). Atividades lúdico-práticas no ensino da geologia: complemento motivacional para a aprendizagem. *Terra Didática*, 6(2), 101-123.
- Giansanti, R., Padovesi, F., Oliva, J., & Pamplona, G. (2012). *Geografia: um olhar sobre o planeta Terra, 6º ano*. São Paulo: AJS.
- Grotzinger, J., & Jordan, T. (2013). *Para Entender a Terra*. Porto Alegre, Brasil: Bookman.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2009). *Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica*. São Paulo: Editora LTC.
- Kearey, P., Klepeis, K., & Vine F. (2016). *Tectônica Global*. Porto Alegre: Editora Bookman.
- Lucci, E. A., & Branco, A. L. (2012). *Geografia: homem &*

-
- espaço, 6º ano*. São Paulo: Saraiva.
- Magalhães, C., Sourient, L., Gonçalves, M., & Rudek, R. (2012). *Perspectiva Geografia, 6*. São Paulo: Editora do Brasil.
- Mason, B. H. (1971). *Princípios de Geoquímica*. São Paulo: Editora Polígono.
- Mello, F. T. de, Mello, L. H. C. de, & Torello, M. B. de F. (2005). A Paleontologia na Educação Infantil: alfabetizando e construindo conhecimento. *Ciência & Educação, 11*(3), 395-410.
- Projeto Araribá. (2010). *Geografia*. São Paulo: Moderna.
- Scliar, C. (2009). *Mineração e Geodiversidade do Planeta Terra: mineração nos Planos Curriculares Nacionais do ensino Médio e Fundamental*. São Paulo: Signus Ed.
- Teixeira, W., Fairchild, T.R., Toledo, M. C. M. de, & Taioli, F. (2009). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.