

Conceito de mineral no curso de Geologia da UFMT: uma análise dos conhecimentos prévios

Concept of mineral in Geology undergraduate course of UFMT: a previous knowledge analysis

Pedro Maciel de Paula Garcia

Faculdade de Geociências/Universidade Federal de Mato Grosso
pedrogarcia@ufmt.br

Carolina Santos Bonfim

Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências
/Universidade Federal da Bahia
carol.sb88@gmail.com

Resumo

Estudos relativos a apropriação de conceitos científicos são incipientes na Geologia, deste modo o presente trabalho tem como objetivo identificar e caracterizar as compreensões do termo “mineral”, considerado fundante, no decorrer do curso de Geologia. Para tal, foi aplicado um questionário respondido de forma livre por alunos do 2º e 4º ano de Geologia da UFMT. Ao final da análise, notamos uma associação direta entre a conceituação atribuída pelos estudantes e os livros textos utilizados no curso, bem como a vinculação deste termo a outras ciências naturais.

Palavras chave: ensino e aprendizagem, Geologia, mineral

Abstract

Studies about scientific concepts acquisition are incipient in Geology, so this work aims to identify and characterize the understandings about the term “mineral,” considered as a founder concept, along of Geology undergrad course. To accomplish that, a free answer two question quiz was applied to 2nd and 4th-year students. After the analysis, we notice a direct association between the concepts attributed by the students and the textbooks of the course, as well as the linking of this term to other natural sciences.

Key words: teaching and learning, Geology, mineral

Introdução

A Geologia, assim como outras ciências, possui uma linguagem característica, advinda da produção de conceitos no percurso histórico, de tal forma que as expressões apresentam alguma herança dessa história. Considerado o pioneiro do estudo de minerais e minérios, em sua obra póstuma, Agricola (1556) não fez distinção entre estes termos quando discutiu aspectos genéticos teóricos e extrativistas práticos das minerações. De fato, sem buscar uma

definição precisa, o autor havia trazido uma ampla gama de características que podem ser distintas entre os minerais, não apontando claramente o significado do termo “mineral”. A primeira taxonomia da mineralogia moderna foi proposta por De-Boodt (1636), no qual a definição de “gema” pode ser encontrada, mas nenhuma referência é feita ao termo “mineral”. Coube a James Dana buscar a definição de mineral em seu Manual de Mineralogia, o livro mais utilizado para este ramo da Geologia.

São recentes e restritos os estudos feitos na Geologia para avaliar a aquisição de conceitos científicos considerados fundantes para o curso, em específico. Destacam-se os esforços de Libarkin; Anderson (2007) no desenvolvimento e implantação de um Inventário Conceitual de Geociências – GCI (em inglês, *Geoscience Concept Inventory*), testado em 3.500 estudantes de 60 cursos de geociências de nível superior. Inventários conceituais são testes de múltipla escolha desenvolvidos para duas propostas focadas no ensino: diagnosticar dificuldades e a avaliar o entendimento de uma intervenção específica (LIBARKIN, 2008).

Parte-se do pressuposto de que o conceito de mineral é considerado fundante no curso de Geologia, visto que as rochas são fundamentalmente compostas por minerais. As rochas, por sua vez, constituem os principais registros dos eventos responsáveis pela formação e transformação da Terra e do Sistema Solar. Neste sentido, este trabalho propõe um estudo da atribuição dada pelos discentes ao conceito de mineral durante o curso de Geologia da Universidade Federal de Mato Grosso. Assim, buscamos investigar quais são as compreensões do termo “mineral” no decorrer do curso. Para isto, foi entregue aos alunos do 2º e 4º um questionário antes da intervenção didática. Esta pesquisa, em andamento, visa ampliar as discussões relacionadas ao ensino e aprendizagem de conceitos científicos por parte da Geologia, que carece de pesquisas neste campo. Entende-se que o conhecimento acerca da natureza deste conceito poderá contribuir na construção do significado geológico de mineral, bem como auxiliar no ensino e aprendizagem de diversas ciências que utilizam este termo cunhado com base na Mineralogia e na Geologia.

Mineral: um conceito fundante no curso de Geologia

A apropriação de conceitos, especialmente aqueles considerados fundantes, é indispensável no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Hardy-Vallée (2013, p.16):

um conceito representa uma categoria de objetos, de eventos ou de situações e pode ser expresso por uma ou mais de uma palavra. [...]. O conceito é a unidade primeira do pensamento e do conhecimento: só pensamos e conhecemos na medida em que manipulamos conceito.

Neste sentido, a aprendizagem se configura na aquisição de signos. Os indivíduos ao se relacionar com o mundo desenvolve a capacidade de operar com e sobre conceitos, sendo que os conceitos científicos são produzidos a partir dos conceitos espontâneos. Os conceitos são, portanto, um ato de generalização quando é alcançado um nível elevado de pensamento (VIGOTSKI, 2009).

O peso do estudo dos minerais é evidente em qualquer currículo de formação de geólogo, nos quais disciplinas como mineralogia e cristalografia são obrigatórias nos dois primeiros anos. Além destes cursos, que se atêm à formação e à estrutura dos minerais, as disciplinas de petrologia, centrados no estudo das rochas, tem como embasamento a compreensão da mineralogia. Quando comparamos as perspectivas epistemológicas e as diretrizes curriculares dos cursos de Geologia, o conceito de mineral surge como fundante, indispensável para a construção do pensamento geológico.

Mesmo tendo voltado a sua atenção à resolução de problemas francamente práticos, como a descoberta de depósitos minerais ou campos de petróleo, a Geologia tem como tarefa estudar a história da Terra como um todo e suas várias esferas (POTAPOVA, 2008). A publicação de *Theory of the Earth*, em 1788, de James Hutton trouxe a perspectiva de que a compreender a formação de materiais geológicos atuais era a chave para compreender o passado do nosso planeta. Sob a influência de suas ideias, enunciados são reproduzidos por professores de cursos de geologia introdutória: “as rochas são as páginas do livro que conta a história da Terra”. Nessa mesma linha, podemos dizer que os minerais são os caracteres que escrevem as páginas do livro que narra a história geológica. Para compreendermos o registro geológico, o exame de minerais e rochas nos fornecerá os indícios que permitirão a reconstrução de eventos pretéritos, de acordo com uma “estratégia de Sherlock Holmes” (PRESS et al., 2006).

A polissemia do termo “mineral”

O termo “mineral” é considerado polissêmico, isto é, apresenta diferentes significados, dependendo do contexto, este pode ser científico ou cotidiano, referindo-se ao indivíduo/indivíduos, pois entendimentos distintos podem emergir de um único sujeito ou de determinado grupo (BURATTINI, 2008). Mineral é definido como “elemento ou composto químico, sólido, homogêneo, cristalino, que resulta de processos inorgânicos, formados espontaneamente na crosta terrestre” (MICHAELIS, 2015).

O termo mineral aparece em diversas áreas de conhecimento: Química, Biologia, Nutrição, Agronomia e Geologia. No entanto, não é restrito à comunidade científica, sendo muito utilizado também na mídia, o que pode influenciar na aprendizagem desse conceito. As interpretações dos discentes referente ao conceito de mineral podem estar associadas ao contexto histórico e as modificações sofridas por ele ao longo do tempo.

Em Química, o uso do termo é frequentemente associado à Química Inorgânica, muitas vezes dita como o ramo que estuda as substâncias de origem mineral. No entanto, delimitar o que é inorgânico é complexo, visto que vários sais são responsáveis pela manutenção da vida (AIROLDI, 1993). Na Biologia, mais especificamente em Bioquímica, assim como em Nutrição o termo é geralmente relacionado a outra palavra: “nutrientes”, os sais minerais são nutrientes presentes nos organismos e apresenta funções metabólicas e reguladoras. Na Agronomia, aparece na área de Nutrição Mineral, representando uma interface entre o inorgânico e o orgânico. Em síntese, o conceito de mineral apresenta um caráter interdisciplinar, uma vez que surge como uma interligação entre várias áreas, o que pode também influenciar na sua compreensão.

O conceito de mineral nos livros clássicos do curso de Geologia

Discussões centradas nos minerais que exigem sua conceituação estão presentes em livros de mineralogia e de geologia geral, estudados no primeiro ano de Geologia. O Manual de Mineralogia de James Dana, livro texto obrigatório desta disciplina, que teve sua primeira edição publicada em 1848 (atualmente encontra-se em sua 23^a) define um mineral como “um mineral é um elemento ou composto químico de ocorrência natural formado como um produto de processos inorgânicos” (DANA; HURLBUT, 1983, p. 2). Publicado no Brasil sob o título “Para Entender a Terra” (com título original *Understanding Earth*), o livro de geologia geral mais vendido no continente americano traz mineral como “substância de ocorrência natural, sólida, cristalina, geralmente inorgânica, com uma composição química específica” (PRESS et al., 2006, p. 78).

No Brasil, outro livro amplamente utilizado por professores de disciplinas iniciais de Geologia é o “Decifrando a Terra”, escrito por pesquisadores brasileiros e focado em exemplos da plataforma sul-americana. No capítulo sobre minerais, é respondido o questionamento sobre o que são:

Minerais são elementos ou compostos químicos com composição definida dentro de certos limites, cristalizados e formados naturalmente por meio de processos geológicos inorgânicos, na Terra ou em corpos extraterrestres (MADUREIRA-FILHO et al., 2003, p. 28).

Metodologia

A pesquisa está sendo desenvolvida com 28 estudantes do 2º ano e 20 estudantes do 4º ano do curso de Geologia da Universidade Federal de Mato Grosso, localizada em Cuiabá. Nesta etapa inicial, procuramos identificar qual(is) são os conceitos atribuídos ao termo “mineral” no decorrer do curso de Geologia. Para responder à questão da pesquisa, foi entregue aos estudantes dos respectivos anos (2º e 4º ano) um questionário respondido de forma livre contendo as seguintes perguntas:

- 1) Explique com suas próprias palavras o que você entende por “mineral”.
- 2) O termo "mineral" apresenta mais de um significado? Justifique sua resposta.

Este questionário foi respondido durante as disciplinas de Geoquímica (2º ano) e Gênese de Jazidas (4º ano). As questões foram respondidas antes da intervenção didática, de modo a averiguar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de mineral. A interpretação e análise das respostas foram inspiradas nas definições e procedimentos da Análise de Conteúdo (AC) apontadas por Bardin (2011), como determinação do *corpus*, utilização da “leitura flutuante” e estabelecimento dos critérios de categorização. Antes de responder o questionário, os alunos que aceitaram participar da pesquisa assinaram um termo de compromisso, informando-os sobre a mesma e que suas identidades seriam preservadas.

As respostas dos discentes foram transcritas e organizadas em dois grupos: alunos do 2º ano – A2.1 (os demais variam de A2.1 até A2...), alunos do 4º ano – A4.1 a A4..., o número (.1) indica um referido aluno, separadas pelas questões 1 e 2. Após a leitura e análise das respostas, foram estabelecidas as categorias centradas, principalmente, em critérios semânticos e léxicos.

A escolha das unidades de registro considerou fatores como frequência, direção favorável, neutra ou desfavorável e concorrência (presença simultânea de duas ou mais unidades de registro em uma unidade contextual; BARDIN, 2011). Ao longo do processo de análise, comparações entre afirmações e ações foram essenciais para resultar em unificações, possibilitando, deste modo, elucidar questões referentes à polissemia do termo estudado.

Como se trata de uma pesquisa que envolve 44 estudantes e, apesar dos alunos estarem nos mesmos anos, partimos do pressuposto de que nenhuma turma é homogênea e, deste modo, identificamos uma gama de categorias. Estas categorias emergiram com a análise das respostas dos alunos. No entanto, vamos evidenciar neste estudo as categorias consideradas mais relevantes até o momento.

Análise e discussão do conceito de mineral

Ao analisar as repostas da questão 1, notamos que o conceito de mineral foi mais relacionado

à Química, principalmente no 2º ano, em que os conhecimentos de Mineralogia estão em processo de introdução. Foi mencionado que são estruturas sólidas cristalinas, embora há uma categoria que diz respeito à associação de mineral com molécula. A ideia de composto também é muito presente, o que evidencia que conseguem discernir substância de composto e de elemento. O conceito de célula unitária foi evocado em ambas as turmas em diferentes categorias. Para os alunos do 4º ano mineral foi considerado composto, material, substância, elemento e corpo, o que caracteriza a não distinção desses conceitos. Como evidenciamos nas categorias a seguir:

Categorias 2º ano	Categorias 4º ano
<p>C3 remete à ideia de substância inorgânica, com arranjo cristalino e ocorrência natural. Pode diferenciar de mineraloide e minério</p> <p>“Para ser um mineral, o composto químico deve ser inorgânico, com ocorrência natural, e com estrutura interna ordenada do cristal em forma sólida” (A2.26)</p>	<p>C3 sólidos (ou substância sólida), inorgânicos, de origem natural, com arranjo cristalino e composição química definida. São componentes das rochas e os discentes podem apresentar as características descritivas</p> <p>“É uma substância sólida, com retículo cristalino, fórmula química definida, de gênese natural e inorgânico” (A4.17)</p>
<p>C6 origem natural, composição química específica e estrutura molecular</p> <p>“Minerais são sólidos de origem natural que apresentam composição química específica, sendo sempre de origem natural. Caso haja condições de pressão e temperatura ideais, existem como cristais bem desenvolvidos, apresentando fácies e vértices que refletem a sua estrutura molecular” (A2.8)</p>	<p>C8 tem estrutura cristalina, formado por um ou mais elementos químicos, pode ser economicamente viável</p> <p>“Algo que apresenta estrutura cristalina definida e é formado a partir de um ou mais elementos químicos, podem apresentar viabilidade econômica ou não” (A4.10)</p>

Quadro 1: Categorias correspondentes ao 2º e 4º ano referentes à questão 1

Na categoria C3 os conceitos trazidos remetem às ideias de Press et al. (2006) e Dana; Hurbolt (1983). Neste sentido, podemos estabelecer que o conceito de mineral depende da formação de uma rede conceitual, em que são necessários outros conceitos. Para construir qualquer conceito é necessário extrair elementos da experiência, por meio de um processo abstrato. Os conceitos exigem alto nível de generalização por categorizações (HARDY-VALLÉE, 2013).

Categorias 2º ano	Categorias 4º ano
<p>C3 não, mas minerais são essenciais para a vida</p> <p>“Não existe, porém o uso de minerais é muito amplo pois os mesmos são como ar, são essenciais para vida de qualquer ser vivo, estão presentes em tudo que olhamos e tocamos” (A2.3)</p>	<p>C9 não, é um termo específico que pode ser confundido, porém não tem mais de um significado</p> <p>“Não, mineral é um termo específico que pode ser confundido, porém não tem mais de um significado” (A4.11)</p>
<p>C4 sim, usado em outras áreas (biologia, nutrição, saúde) para indicar produtos naturais, puros, sem interferência antrópica como a água mineral</p> <p>“O mineral, além de ser essa estrutura de elementos, é usado também na gastronomia, biologia e outras áreas para indicar produtos naturais, como a água vendida como água mineral, pois além de sua filtragem não precisa de outros compostos” (A2.21)</p>	<p>C7 sim, considera que o mineral pode ser de minério ou de ganga</p> <p>“Considerando que o mineral pode ser de minério (economicamente viável) ou de ganga (não possui potencial econômico), sim. Ele pode apresentar mais de um significado” (A4.9)</p>

Quadro 2: Categorias correspondentes ao 2º e 4º ano referentes à questão 2

No que se refere à segunda questão (Quadro 2), podemos notar que alguns alunos, em ambas

as turmas, foram categóricos em afirmar que mineral possui apenas um significado, embora no 2º ano houve menção da importância dos minerais para os processos biológicos, nutrição e saúde, mas essas concepções ficaram no espontâneo. As categorias C3 e C4 deste ano coadunam com as discussões de Airol di (1993). Os alunos do 2º que discerniram a polissemia do termo enfatizaram a sua presença em outras áreas do conhecimento, ao passo que no 4º ano, os discentes fizeram associações com o conteúdo da disciplina (de acordo com valor econômico de minerais e minérios). Isto pode decorrer da associação dos conteúdos, do maior enfoque prático da disciplina e da maior imersão dos alunos no curso de graduação. Neste caso, o conceito ficou atrelado ao exemplar, não atingindo a generalização. A concepção mais abrangente admite que, quando usado entre as áreas de conhecimento, o termo mineral remete a produtos sem intervenção antrópica.

Considerações

A aquisição de conceitos científicos exige um alto nível de generalização, muitas vezes não atingidos pelos estudantes, o que ficou evidente nas categorias estabelecidas pela análise. Nesta perspectiva, concordamos com Hardy-Vallée (2013, p. 49) ao afirmar: “os conceitos são multimodais e, além disso, nos humanos, são mentais e sociais (ou ainda, cognitivos e linguísticos)”. Os conceitos que os alunos atribuíram aos minerais, de certa forma, são um reflexo dos conteúdos trabalhados até aquele momento, identificá-los previamente gera a possibilidade de suprir suas carências na aprendizagem. Notamos idiosincrasias na apreensão do conceito relacionadas às diferentes turmas (2º e 4º ano), que podem ser associadas à maior proximidade temporal, ou maior importância dada aos conteúdos avaliados nas disciplinas. A continuidade desta pesquisa tende a acrescentar dados substanciais para a construção de um entendimento amplo e multidisciplinar do conceito de mineral, apreendido e utilizado em múltiplas áreas das ciências naturais.

Referências

- AGRICOLA, G. **De Re Metallica**. Traduzido para inglês por Herbert Hoover e Lou Hoover. 3ª ed. Nova Iorque: Dover Publications, Inc., 1950. 638 p.
- AGRICOLA, G. **De Natura Fossilum**. Traduzido para inglês por Mark Bandy e Jean Bandy. 2ª ed. Nova Iorque: GSA, 1955. 231 p.
- AIROLDI, C. Química Inorgânica ou Química da vida? **Química Nova**, v. 17, n. 2. 1994, p. 175-181.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. 229 p.
- DANA, J. D.; HURBOLT, C. **Manual de Mineralogia**. Tradução de Rui Ribeiro Franco. Rio de Janeiro: LTC, 1983. 642 p.
- DE-BOOT, A. B. **Gemmarum et Lapidum Historia**. 2ª ed. 1636 (escaneado). Disponível em: <https://archive.org/details/gemmarumetlapidu00bood_0/page/n5>, Acesso em 26 jun. 2018.
- HARDY-VALLÉE, B. **Que é um conceito?** Tradução de Marcos Bagno. São Paulo: Parábola, 2013. 128 p.
- LIBARKIN, J. C.; ANDERSON, S. W. Development of the Geoscience Concept Inventory. In: **STEM Assessment Conference**, 2006, Washington. Proceedings. Springfield: Drury

University, 2007. p. 148-158.

LIBARKIN, J. C. **Concept Inventories in Higher Education Science**. Manuscript prepared for the National Research Council, 2008. 10 p.

POTAPOVA, M.S. Geologia como uma ciência histórica da natureza. Tradução de Conrado Paschoale. **Terrae Didática**, v. 3, n. 1, 2009, p. 86-90.

PRESS, F. et al. **Para Entender a Terra**. Tradução de Rualdo Menegat. 4ª ed. São Paulo: Bookman Editora, 2006. 643 p.

MADUREIRA-FILHO, J. B. M.; ATÊNCIO, D.; MCREATH, Minerais e Rochas: constituintes da Terra Sólida. In: TEIXEIRA, W. et al. (org.) **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. p. 28-42.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. 2015 ® Editora Melhoramentos Ltda. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/>>. Acesso em: 27 set. 2018.

VIGOTSKI, L. S. Estudo do desenvolvimento dos conceitos científicos na infância: experiência de construção de uma hipótese de trabalho. In: **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. 2ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009. p. 241-394.