

# Terra e Educação em Ciências

## 2 Epistemologia das Geociências



### Introdução

Para inserirmos temas geocientíficos no currículo da educação básica, precisamos entender O QUE SÃO as geociências. Tal tarefa é de difícil resolução e não há um único conceito para a área. Porém, devemos destacar que a epistemologia pode contribuir para esclarecermos algumas características das geociências que podem ser exploradas para a criação de práticas de ensino que explicitem a forma como “fazemos geociências”.

Nesta aula, pretendemos definir o que são as geociências, explicitando os objetos de investigação, as práticas de pesquisa, as relações políticas, sociais, culturais deste ramo do conhecimento. Diferentemente da química ou da física, as geociências se caracterizam pelas práticas de campo (assim como a biologia e ciências ambientais), onde são recolhidos e sistematizados os dados em imagens, coleções, textos narrativos e descritivos. Estas representações são essenciais para a construção de uma interpretação sobre a história da Terra, que serão criados através de uma narração dos principais eventos relacionados à dinâmica do planeta e a evolução da vida.

Agradecemos a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Keila Marinho Silva pela colaboração na elaboração do conteúdo desta semana.

### Por que uma epistemologia das Geociências?

A epistemologia é o ramo da filosofia que se ocupa da natureza do conhecimento, colocando-nos as seguintes questões: o que é o conhecimento? Como aprendemos e como transmitimos o conhecimento? Conforme Frodeman (2001), os cientistas envolvem-se diariamente em investigações epistemológicas e todos nós avaliamos constantemente as noções de conhecimento e de verdade na nossa vida pessoal e pública.

Assim, cada ciência tem pressupostos epistemológicos que a distingue das outras e o mesmo ocorre com as Geociências. No seu caso, diz-se que elas têm características que lhes **dão** um caráter de ciência única, por tratarem de questões de natureza temporal e espacial que inexistem em outras ciências, além de serem específicas na própria natureza do raciocínio geológico, que as distingue das demais ciências experimentais, como a Física e a Química.

## Conceitos sobre Geologia e Geociências

Para simplificar, vamos tratar a Geologia como uma disciplina que está contida no conceito de Geociências e, por isso, o conceito geocientífico assume características de princípios geológicos. De forma mais aprofundada, o termo Geociências abrange as diversas Ciências da Terra, englobando os estudos sobre as quatro esferas (hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera) e suas inter-relações. Mais recentemente, foi incluída nesse rol a noosfera (ou antroposfera), definida como a interferência do homem nas demais esferas (Vernadsky, 1936; *in* Patapova, 1968 – citado em BACCI, 2009). A mesma autora diz que podemos citar a Geografia, a Pedologia, a Oceanografia, a Hidrologia, a Paleontologia, a Geofísica, entre outras, como ciências da Terra. No entanto, como afirma POTAPOVA (1968), a Geologia é a ciência que sintetiza os conhecimentos sobre as diversas formas de movimento da matéria, que tomam parte na evolução do sistema natural integrado, que é o planeta Terra.

A simples pergunta “*O que é Geologia?*” poderia ser respondida conforme consta em alguns materiais didáticos ou em sítios da internet – nesse caso, um exemplo retirado da Wikipédia: “**Geologia**, do grego γη- (ge-, “a terra”) e λογος (*logos*, “palavra”, “razão”), é a ciência que estuda a Terra, sua composição, estrutura, propriedades físicas, história e os processos que lhe dão forma. É uma das ciências da Terra”. De fato, esse conceito não está errado, mas é bastante simplificado e necessita de uma complementação e maior reflexão (fonte: Wikipédia – Geologia, em 14 de julho de 2010). E é isso que vamos tentar fazer agora.

POTAPOVA (1968) nos ensina que:

A Geologia investiga todos os processos naturais em suas inter-relações históricas. Processos contemporâneos não são mais do que um elemento no infinitamente longo processo de evolução... (p. 3).

A frase é breve, mas traz em si uma enorme complexidade. Potapova vincula a construção de conhecimento de cada uma das esferas terrestres à questão temporal. Formulam-se modelos explicativos para o passado a partir de características e conhecimentos atuais – ao que denominamos “atualismo” – e a base de tais conhecimentos permite a produção de **prognósticos acerca do planeta**.

A questão histórica, nessa citação, remete-nos à própria característica histórica dessa Ciência. Para PASCHOALE (1989, p. 22 e 23), o caráter histórico é o fato mais marcante da Geologia. Sua natureza histórica advém da inclusão do fator tempo,

[...] implicada pelo reconhecimento do vestígio, ou seja, objeto identificado na superfície terrestre como documento, nas explicações que esta ciência produz. (apud Silva, 2002, p. 49)

Não se parte da causa para explicar o efeito, mas o contrário é o que vale. Isso é simples de exemplificar: imaginemos um geólogo caminhando numa determinada área da

**+** É inevitável que se pense na questão do aquecimento global. De caráter eminentemente geobiológico, esse tema integra não só as condições atmosféricas planetárias, mas também a intensa participação humana na evolução do quadro climático. Para alguns, o homem é vilão; para outros, esse seria um “ciclo” terrestre ao qual o homem se expôs. Diferentemente, não se pode negligenciar o aumento absurdo de gases poluentes pós-revolução industrial, mas é também inegável o papel dos ciclos terrestres na evolução do planeta. Ambas as considerações se articulam, podendo melhorar uma compreensão parcial.

superfície terrestre. O encontro com determinados tipos de rocha lhe dirá muito a respeito da história do local, uma vez que ele deve inferir as condições de formação daquela rocha, a idade relativa daquele material, o que havia no entorno daquela região... E tudo isso a partir das características de determinadas rochas encontradas!!!

Ao longo do curso, entraremos especificamente no aspecto temporal das Geociências. Contudo, para esse início, é importante ter em mente que a Geologia representa uma entre outras ciências históricas da natureza. Seu objeto de investigação é o processo histórico geológico, pensado e investigado através das “formas fixadas” que se preservam na crosta terrestre.

Ao definir o objeto de investigação das Geociências, não devemos confundir o objeto desta ciência com seu objeto de investigação. No caso das Geociências, o objeto é a Terra como um todo, em que se deve construir o processo histórico-geológico. No entanto, a observação se restringe a fenômenos ocorridos na crosta terrestre, sendo esta, portanto, o objeto de investigação das Geociências. A Geologia constitui-se como uma ciência histórica da natureza, e o papel do geólogo se baseia no estudo das *Formas Fixadas*, ou seja, todas as impressões ou vestígios dos processos físicos, químicos e biológicos presentes na crosta. As formas fixadas podem ser consideradas como documentos históricos dos processos geológicos, materializados em forma de fósseis, rochas, minerais, montanhas, falhas etc., que vão servir ao geólogo para reconstruir a história geológica da Terra (POTAPOVA, 1968).

## Atividades

### Questionário

Observe as ilustrações e responda às questões relacionando-as com o texto que você já leu.



Clique no ícone ao lado ou acesse o ambiente virtual e veja a animação 1.



Primeiro quadro da animação 1, adaptada de Gowdak, Demétrio e Martins, Eduardo. *Natureza e Vida, Ciências, 5ª série.*

1. A imagem anterior ilustra quatro esferas do nosso planeta: a atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera sustentada neste ambiente. Contudo, na representação não conseguimos visualizar a esfera social com muita clareza. A partir dessa imagem, reflita sobre as seguintes questões:

- a. Descreva e analise as possíveis dinâmicas de interação entre as quatro esferas representadas na figura.
  - b. Imagine uma ocupação humana da região representada pela retirada da cobertura vegetal seguida pela construção de casas. Descreva a nova situação, destacando as alterações impressas no local.
2. “Localizada na zona noroeste de São Paulo, a região da Brasilândia é marcada por um relevo acidentado com morros e barrancos, é cortada por rios e córregos e suas margens são ocupadas por casas, barracos e palafitas. [...] A maioria das casas está em áreas de invasão, que foram com o tempo regularizadas (a maioria). Por possuir muitos morros e ter crescido sem nenhum planejamento, o distrito possui muitas áreas de risco, com possibilidade de desabamento, ruas sem asfalto e sem saneamento básico, muitas vielas, escadões e passagens. Além de áreas que sofrem com enchentes e alagamentos.”
- a. Relacione as esferas animadas (biosfera e antroposfera) com as esferas inanimadas (atmosfera, hidrosfera e litosfera) para explicar os riscos a que essas populações estão submetidas.
  - b. Reflita sobre possíveis intervenções humanas para diminuir os riscos sociais e ambientais expostos no local.



Fig. 2 Região da Brasilândia

## As ciências do Sistema Terra

Ao analisar o ambiente terrestre, sempre teremos de avaliar as interferências humanas na Terra, o que nos leva a fazer uma correlação entre ambientes físicos e biológicos com as atitudes sociais, políticas e econômicas. Tal associação, que trata dos conhecimentos geocientíficos de forma bastante abrangente, pode ser conceituada como *Ciências do Sistema Terra*, caracterizadas pela relação sistêmica entre as esferas inanimadas (hidrosfera, atmosfera e litosfera), a esfera biológica (biosfera) e a esfera social (noosfera ou antroposfera). Essa concepção é mais adequada ao ensino, em que a Terra é considerada como um Sistema Global e dinâmico, que tem mudado ao longo de toda a escala do tempo e com o qual interagem os processos atuais de natureza física ou social (POTAPOVA, 1968).

## A linguagem visual nas Geociências

Ao propor os exercícios anteriores, exploramos uma linguagem muito valorizada nas Geociências: a linguagem visual. Através da análise das *representações* sobre a Terra, construímos conceitos e teorias sobre suas dinâmicas. Dessa forma, o uso de imagens no ensino de Geociências deve ser bastante explorado não só de forma ilustrativa, mas como linguagem constituinte do próprio conhecimento geocientífico.

A construção da linguagem científica, com a criação de representações em imagens e textos, determinará toda a nossa imagem do mundo natural. O conceito de representação pode elucidar algumas questões sobre a apreensão do mundo real pelo homem. Representação significa “apresentar novamente” (re-presentar), o que revela uma mediação entre o

objeto real (aparente, presente) e a construção de um novo objeto através de signos, determinados por toda a bagagem cultural do sujeito que apreende a realidade natural. Dessa forma, não podemos conceber as ciências naturais somente como uma atividade objetiva que descreve fielmente o mundo real, mas também com toda a subjetividade inerente ao processo de formação do pesquisador, as relações de poder, as convenções sociais etc.

Compreender o ensino geocientífico como linguagem envolve dois processos distintos: a observação direta da natureza e a criação de representações sobre a natureza. A prática de observação foi determinada historicamente e condicionou a construção da ciência moderna sistematizada no século XVII. Para a construção de uma teoria científica, tornou-se necessária a observação direta da natureza. Mas devemos fazer uma clara distinção entre os objetos naturais e as suas representações, especialmente no contexto escolar.

Conrado Paschoale (1984) descreve uma situação que ilustra essa confusão entre os fenômenos naturais e suas representações no ensino. Convidado a participar de um debate sobre geologia de campo em Belo Horizonte, o autor destoava dos outros geólogos presentes quanto às concepções sobre os trabalhos de campo e as noções de representação. Ele se conscientizou dessa ausência de sintonia quando um professor descreveu sua atividade didática:

Para mim, é muito clara a importância do campo para o ensino, pois, quando ensino o que é uma dobra, por exemplo, desenho-a na lousa, e posteriormente podemos todos ir ao campo ver exemplos de dobras.

O Professor Paschoale responde, então:

Professor, este aí que desenhou a dobra, **como** foi que ele aprendeu a **dobra**? Se foi por outro que também lhe desenhou uma, como foi que este aprendeu? Será que não houve alguém que **primeiro viu a dobra e a desenhou depois**? O que será que estamos ensinando: os fenômenos ou a representação dos fenômenos?

A representação visual realizada na lousa pelo professor é uma decodificação de toda a atividade científica no decorrer da história e torna-se uma convenção social. No contexto educacional, essa representação assume significados diversos. Para a compreensão dos fenômenos naturais, é necessário, então, que o aluno realize uma observação direta da natureza, especialmente através das práticas de campo. Os conceitos e práticas geocientíficas são concebidos como signos com significados próprios.

Ao definir a ciência como uma linguagem, a alfabetização científica deve compreender a demonstração das diversas leituras dos signos da natureza através dos tempos. Devemos, então, mostrar o **processo** de construção das concepções geocientíficas e de suas representações. O processo pode ser revelado pelo estudo histórico das Geociências, abordado de forma contextualizada, ou seja, das relações espaciais e temporais.

## Os trabalhos de campo no ensino de Geociências

Uma implicação metodológica importante das Geociências, assim como de algumas ciências naturais como a Biologia, é a delimitação espacial. Diferentemente da tradição em ciências humanas, que fazem seu recorte espacial de acordo com as divisões políticas, a história ambiental e as Geociências focalizam em regiões com identidades naturais: bacias hidrográficas, oceanos, biomas, ilhas etc. Tal pressuposto pode ser bastante útil em educação geocientífica e ambiental na construção de conhecimentos regionais e locais de forma integrada. Ultimamente, têm surgido várias experiências educacionais sobre a construção dos currículos em uma perspectiva local (COMPIANI, 2007, SANTOS, 2006),

especialmente pela utilização de microbacias hidrográficas como unidades territoriais para a construção de currículos (BACCI & PATACA, 2008), que abordaremos na aula 7.

A delimitação espacial se relaciona a outra característica das geociências: o trabalho de campo, que gera um instrumental muito mais amplo de análise e permite abordagens interdisciplinares e contextualizadas das realidades estudadas.

Os trabalhos de campo como prática privilegiada das ciências naturais surgem com a necessidade de investigação da natureza para sua exploração. Esse trabalho prático foi se consolidando a partir das grandes navegações no século XVI, atingindo seu apogeu nos séculos XVIII e XIX, quando as potências europeias despacharam as viagens científicas em busca da natureza “desconhecida” de todas as regiões terrestres. As práticas associadas às Viagens Científicas foram aperfeiçoadas com o decorrer do tempo e se associavam a minuciosas investigações da natureza através da elaboração de registros como diários de viagem, desenhos, mapas, criação de coleções, experimentos com os minerais através da química. Vários autores interessados em história e em ensino de ciências estão investigando a história das viagens científicas, o que é extremamente relevante para a criação de trabalhos de campo mais contextualizados com abordagens históricas. As viagens do século XVIII e XIX resultaram em ricos acervos de textos e imagens, que ainda hoje são extremamente relevantes para a investigação da natureza brasileira, e servem como registros das alterações impressas por nossa sociedade no território brasileiro.

A prática pedagógica dos estudos do meio tem sido objeto de vários estudos educacionais, especialmente em ambientes escolares (Bittencourt, 2008; Carneiro e Compiani, 1993; Pontuschka et al., 2007). Nessa realidade, os estudos do meio são tomados como um laboratório natural ou, ainda, como todas as atividades que se realizam fora de aula, com a finalidade de acessar de maneira direta o objeto de estudo (Del Carmem e Pedrinaci, 1997 apud Sánchez Zambrano, 2000).

As aulas de campo, como enfatizadas por Compiani e Carneiro (1993), têm um papel pedagógico fundamental, pois é no campo que ocorre o conflito entre o real (o mundo), o exterior e o interior, as ideias e as representações, gerando um contexto único de observação e interpretação da natureza na busca de informações, no entendimento dos fenômenos e na formulação de conceitos explicativos. Segundo os autores, o campo é também o centro de atividades para ensinar o método geral de conceber a história geológica da Terra.

O estudo do meio é uma metodologia de ensino interdisciplinar, que pretende desvendar a complexidade de um espaço determinado, extremamente dinâmico e em constante transformação, cuja totalidade dificilmente uma disciplina escolar isolada pode dar conta de compreender. (Pontuschka *et al.*, 2007)

O estudo do meio como método que pressupõe o diálogo, a formação de um trabalho coletivo e o professor como pesquisador de sua prática, de seu espaço, de sua história, da vida de sua gente, de seus alunos, tem como meta criar o próprio currículo da escola, estabelecendo vínculos com a vida de seu aluno e com a sua própria, como cidadão e como profissional. As autoras ressaltam que um projeto de ensino que usa essa metodologia realiza um movimento de apreensão do espaço social, físico e biológico que se dá em múltiplas ações combinadas e complexas. Para aprender a complexidade do real, faz-se necessária a existência de muitos olhares, da reflexão conjunta e de ações em direção ao objetivo proposto pelo grupo de trabalho. (Pontuschka *et al.*, 2007)

O uso dessa metodologia para integrar as disciplinas é ideal para o ensino e aprendizagem dos alunos, ao contextualizar os dados da realidade com os conteúdos. As intervenções pedagógicas de cada disciplina em particular contribuem para o conhecimento dos objetos do estudo.

Articulação do trabalho de campo a uma forma de reconhecimento diferenciado do entorno social e natural. Nesse sentido, é interessante a classificação de Suertegaray (1996) acerca das funções do trabalho de campo, a partir das quais podemos visualizar as seguintes práticas:

- a. O reconhecimento genérico do lugar ou dos lugares (as excursões): nesse caso, os trabalhos de campo teriam um caráter generalista de reconhecimento, descrição e treinamento da observação;
- b. O reconhecimento pontual de elementos ou fenômenos no campo (exposições em campo): **“Estes são feitos a partir de um roteiro, onde o professor, previamente, estabelece os lugares a serem observados [...] Nestes pontos em geral é feita uma exposição sobre o observado...”**, dependendo, portanto, da figura de um instrutor/professor para o desdobramento do trabalho;
- c. O reconhecimento do lugar a partir da seleção, a priori, de procedimentos que impliquem levantamentos de informações por parte do grupo envolvido. **“Esta forma de trabalho de campo exige preparação e coordenação em campo segura para que o trabalho não seja dispersivo. Apresenta como vantagens a probabilidade de o grupo manejar equipamentos, discutir dados e ideias, concluir sobre o observado. Apresenta como vantagem o envolvimento do grupo na busca de um objetivo”**;
- d. O reconhecimento no campo de padrões observados em imagens de lugares (fotografias e/ou imagens): **“Estes procedimentos [...] têm sua validade no domínio da interpretação técnica dessas imagens.”**

Em nosso entender, tais procedimentos nem sempre são realizados de forma única, sendo comum a interação desses diferentes reconhecimentos. Na realidade, a interação entre os itens assinalados por Suertegaray é extremamente dependente de algumas propostas pedagógicas.

#### Wiki

Devido à importância dos trabalhos de campo para as pesquisas e o ensino em geociências, alguns dos sites que indicamos na aula 1 apresentam propostas de atividades de campo virtuais, como a criação de roteiros, com imagens, simulações, vídeos e descrições de determinados locais.

No ambiente virtual, na seção Atividade - Wiki, há quatro sites com propostas de campos virtuais, ou projetos de divulgação científica em determinadas regiões. Acesse um dos sites, crie um texto (resenha) e publique-o em seu blog. Analise as seguintes questões:

- Como a linguagem visual foi explorada;
- A que público se destina o material;
- Quais estratégias de navegação e de criação de material audiovisual foram criadas para simular a exploração dos locais percorridos, indicando as potencialidades e limitações dessa construção, uma vez que a atividade de campo necessita de vivência do local, e a criação de uma simulação sempre terá limitações;
- Indique as formas fixadas, como rochas, feições de paisagens, fósseis, enfim, todos os elementos da hidrosfera, da atmosfera, da litosfera, da biosfera e da noosfera, que foram explorados ao longo do percurso e apresentados no site;
- Como os elementos indicados na questão anterior foram utilizados para contar a história geológica do local e do planeta Terra? Como ainda não apresentamos as teorias sobre as dinâmicas da Terra, não é necessário que você aprofunde essa questão conceitual, mas apenas perceba as relações entre as atividades de campo e as posteriores teorizações;

- Abordagens educacionais ou de divulgação científica foram explicitadas no site. Para a realização desta atividade, consulte os sites indicados:
- [Geociências Virtual](#);
- [Roteiros de Excursões Geológicas](#);
- [Geopor na Escola](#);
- [Caminhos Geológicos](#).

## Referências bibliográficas

- BACCI, Denise. A contribuição do conhecimento geológico para a educação ambiental. **Pesquisa em Debate**, edição 11, v. 6 (2), 2009
- BACCI, Denise de La Corte; PATACA, E. M. Educação para a água. **Estudos Avançados**, v. 22 (63), p. 211-226, 2008.
- BETTENCOURT, Circe Maria Fernandes. Ensino de História: Fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2008.
- BOLACHA, Edite. Elementos sobre Epistemologia da Geologia: uma contribuição no Ano Internacional do Planeta Terra. **Revista Electrónica de Ciências da Terra, Geosciences On-line Journal**, v. 6, nº 2, 2008.
- COMPIANI, M.; CARNEIRO, C.D.R. Os papéis didáticos das excursões geológicas. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 1, n. 2, 1993. p. 90-98.
- COMPIANI, Maurício. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. **Ciência e Educação**, v. 13, p. 29-45, 2007.
- FRODEMAN, R. A epistemologia das Geociências. In: Marques, L.; Praia, J. (Coord.). **Geociências nos currículos básico e secundário**. Aveiro: Universidade, 2001, p. 39-57.
- PASCHOALE, C. Geologia como semiótica da natureza. **Dissertação** (Mestrado). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1989.
- PASCHOALE, C. Alice no País da Geologia e o que ela encontrou lá. In: Cong. Bras. Geologia, 33, Rio de Janeiro, 1984. **Anais...**, Rio de Janeiro: SBG. v. XI, p. 5242-5249.
- POTAPOVA, M.S. Geologia como ciência histórica da natureza. In: **Interaction of Science in the Study of the Earth**. Progress Publishes, Moscou, 1968.
- SILVA, F.K.M da. Rastros e apropriações no Projeto Geociências e a Formação de professores em exercício no ensino fundamental. (Tese) Doutorado. Instituto de Geociências, Unicamp, 2009.
- PONTUSCHKA, N. N.; PAGANELLI, T. I.; CACETE, N. H. **Para ensinar e aprender geografia**. São Paulo: Cortez, 2007.
- SANTOS, V. M. N. Formação de professores para o estudo do ambiente: projetos escolares e a realidade socioambiental local. Tese de Doutorado. Campinas: IG/UNICAMP, 2006.
- SUERTEGARAY, D. M. **Geografia e trabalho de campo**. Florianópolis, nov. 1996 (Trabalho apresentado no colóquio – O discurso geográfico na aurora do século XXI).

