



O Tempo Geológico e a leitura do lugar: por que estão ausentes como temas de investigação escolar?

GEOLOGICAL TIME AND PLACE READING: WHY ARE THEY ABSENT AS SCHOOL RESEARCH TOPICS?

LEANDRO CARLOS Ody¹, RUALDO MENEGAT²

1 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, PÓS-DOUTORANDO. UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL (UFFS), CAMPUS ERECHIM, PROFESSOR, ERECHIM, RS, BRASIL.

2 - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, PROFESSOR TITULAR, PORTO ALEGRE, RS, BRASIL.

E-MAIL: LEANDRO.ODY@UFFS.EDU.BR, RUALDO.MENEGAT@GMAIL.COM.

Abstract: Introduction. Geological Time is a crucial scientific concept for understanding planetary processes and the place where we live. **Objective.** This article seeks to show the importance of working on geological time in Basic Education. **Methods and procedures.** Founded on the National Common Curricular Base referring to the area of Natural Sciences and samples of teaching materials from influential Brazilian publishers, present in the National Book and Teaching Material Program (PNLD) in recent years, we point out how much Geology content is present in classes, especially those that refer to Geological Time. **Results.** We noticed a significant need for more clarity regarding such content in these documents, as well as gaps in the preparation of teachers to work on these topics in Sciences classes. We briefly review some of the essential characters and moments in the development of Geology, remembering that, like other sciences, it also marks an essential revolution in the conception of the world precisely due to its concept of Geological Time. **Conclusion.** Having the theme of geological time as central in the Geology contents to be worked on in Basic Education, we draw attention, based on critical reflection and proposals on the topic, to its importance in the construction of scientific literacy in reading the place and consequently, in the relationship between human beings and occupied space.

Resumo: Introdução. O Tempo Geológico é um conceito científico chave para entender os processos planetários e o lugar em que vivemos. **Objetivo.** Este artigo busca mostrar a importância de se trabalhar o conceito de Tempo Geológico na Educação Básica. **Métodos.** Avaliamos em que medida os conteúdos de Geologia, sobretudo os ligados ao Tempo Geológico, estão presentes nas aulas, a partir da Base Nacional Comum Curricular referente à área de Ciências da Natureza e de amostras de materiais didático de importantes editoras nacionais, presentes no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) dos últimos anos. **Resultados.** Identifica-se grande carência ou superficialidade sobre tais conteúdos nos documentos, bem como lacunas no preparo dos professores para trabalhar os temas em aulas de Ciências. O resgate de importantes personagens e momentos críticos no desenvolvimento da Geologia nos lembra que essa ciência marca essencial revolução na concepção de mundo justamente em função do conceito de Tempo Geológico. **Conclusão.** Uma vez que essa temática é central nos conteúdos de Geologia a serem trabalhados na Educação Básica, é inegável sua importância na alfabetização científica na leitura do lugar e, conseqüentemente, na relação do ser humano com o espaço ocupado.

Introdução

Compreender a história do planeta em que vivemos passa, necessariamente, pela compreensão do Tempo Geológico. Somente a partir dessa escala é possível dimensionar o tempo necessário para que muitos dos eventos geológicos aconteçam, assim como seus efeitos na paisagem terrestre. A história das pesquisas em geociências não é outra, senão a de mostrar como nosso planeta evoluiu ao longo do tempo e também de como essas mudanças

podem levar milhões ou mesmo bilhões de anos para acontecer (Laudan, 1987, Oldroyd, 1996, Serres, 1996, Rossi, 1992, Rudwick, 2017, 2010, 2014). Nessa organização temporal nos esforçamos por situar a cristalização dos minerais mais antigos, a formação das primeiras rochas, a evolução dos continentes e oceanos, as mudanças climáticas, o surgimento da vida e muitas das extinções que ocorreram, entre outros importantes fatos que marcaram a história da Terra.

Citation/Citação: Ody, L. C., & Menegat, R. (2023). O Tempo Geológico e a leitura do lugar: por que estão ausentes como temas de investigação escolar? *Terræ Didática*, 19(Publ. Contínua), 1-14, e023030. doi: 10.20396/td.v19i00.8673993.



Artigo submetido ao sistema de similaridade

Keywords: Science Teaching, Scientific Literacy, Geoeducation.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Alfabetização Científica, Geoeducação.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 16/07/2023

Revised/Corrigido: 10/10/2023

Accepted/Aceito: 16/11/2023

Editor responsável: Celso Dal Ré Carneiro 

Revisão de idioma (Inglês): Hernani Aquino Fernandes Chaves 



Apesar de sua importância no meio científico, o Tempo Geológico é pouco trabalhado nas escolas. Alguns temas vinculados ao Tempo Geológico e à história da Terra de modo geral aparecem listados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, Brasil, 2018), documento que orienta a construção dos currículos a serem trabalhados nas escolas, em termos de importantes conceitos que precisam ser desenvolvidos junto aos alunos em sua formação científica. A BNCC traz temas geológicos dentro da área das Ciências da Natureza. Os livros didáticos dessa área abordam de modo bastante variado esses assuntos, mas o Tempo Geológico, mais precisamente, tem pouco espaço nesses materiais didáticos e também carece de maior conhecimento da parte dos educadores. Há, no ensino de Ciências, uma ênfase muito maior aos conteúdos de Física, de Química e de Biologia, bem como a seus personagens históricos, enquanto a Geologia, seus conteúdos, seus personagens e, especificamente, o tema do Tempo Geológico, ficam em segundo plano.

Pretendemos, neste texto, problematizar a questão do ensino de conteúdos de Geologia na Educação Básica, especificamente nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio, com enfoque na área de Ciências da Natureza, trazendo reflexões acerca da importância da compreensão do Tempo Geológico para o estudo da história da Terra. Começamos identificando na BNCC os principais temas, dentro da área das Ciências da Natureza, que se vinculam à Geologia, apontando sua presença em livros didáticos de algumas das mais conhecidas editoras presentes no PNLD (Plano Nacional do Livro e do Material Didático), buscando focar no tópico do Tempo Geológico como aquele que representa o centro da pesquisa geológica ao longo da história dessa ciência. A seguir, trazemos apontamentos sobre a construção da Geologia como ciência, mencionando importantes personagens que participaram de sua constituição e o Tempo Geológico como um componente revolucionário na formação de uma visão de mundo que traz uma dimensão temporal muito diferente da visão tradicional que atribuía à Terra alguns milhares de anos apenas. Por fim, refletimos sobre a importância de se trabalhar o conceito de Tempo Geológico junto aos alunos da Educação Básica, bem como outros importantes conceitos da Geologia para uma adequada leitura do lugar onde esses alunos residem e constroem sua existência. Todo lugar tem sua história e a Geologia nos traz importantes ferramentas para que possamos construir uma alfabetização

científica que nos possibilite compreender essa história, seja de modo local, seja global.

O currículo escolar e as lacunas acerca do estudo do Tempo Geológico

No esforço de compreender nosso lugar no tempo e no espaço, buscamos localizar marcos de memória que nos servem de guia para nossa própria caminhada. Na história humana, esses marcos são representados por personagens, locais e objetos históricos que ajudam a explicar nossa existência na condição de espécie histórica e sujeita às transformações não somente biológicas, ambientais e sociais, mas também daquelas relacionadas à nossa visão de mundo (Koseleck, 2001, Rossi, 2007). A partir do espírito investigativo, na busca por respostas às mais caras questões sobre nossa existência, utilizamos diferentes tipos de conhecimentos. Seja pelo saber de senso comum, seja pelos mitos, pelas mais diferentes religiões, pela filosofia ou pela ciência, buscamos nos posicionar como seres que tentam entender o mundo que está ao nosso redor, mundo do qual fazemos parte (Rossi, 1989, Mumford, 1962).

Ao longo do tempo, a humanidade foi acumulando experiências e conhecimentos que caracterizam os marcos para nossa compreensão de mundo (Mumford, 1967, 1970, Toybee, 1995). A Educação tem a tarefa de organizar esses conhecimentos historicamente acumulados de modo que as novas gerações tenham acesso a essa produção cultural. Currículos, métodos, períodos e níveis de formação são pensados para que o acesso a essa bagagem cultural seja possível, organizado, compreendido e ressignificado pelas novas gerações.

No Brasil, o documento geral que orienta a organização dos currículos das escolas que promovem a Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio) é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Trata-se da “Referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e das propostas pedagógicas das instituições escolares [...]”. (Brasil, 2018, p. 6). A BNCC cita como seus marcos legais de base a Constituição Federal de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei 9.394 – LDB), o Conselho Nacional de Educação (CNE) por intermédio das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e do Plano Nacional de Educação (PNE). Esses marcos enfatizam elementos

importantes acerca da promoção da educação como um direito, bem como apontam a necessidade de uma base comum para a formação na educação básica. Apresentam-se, a partir desses marcos, as seguintes necessidades: (a) de se estabelecer conteúdos comuns a serem trabalhados em todas as escolas do país; (b) de mobilizar e aplicar os conteúdos a partir do estímulo e do desenvolvimento de habilidades e competências. Destacamos que, nesses mesmos marcos, a partir das instruções neles contidas, se observa a necessidade de (c) ser trabalhada a base comum respeitando as diferentes realidades, a pluralidade cultural, as diversidades locais, regionais e estaduais.

Ponderar sobre os princípios presentes na BNCC é importante, pois isso nos ajuda a realizar uma leitura crítica, mesmo que breve, desse documento, bem como verificar em instrumentos como o livro didático, se, de fato, ali estão elementos que consideramos essenciais para uma adequada leitura de mundo. Consideramos que esses elementos são muitos e estão presentes em todas as áreas ou disciplinas e em seus mais diversos conteúdos. Porém, dentre eles, buscamos um elemento específico: a leitura do tempo profundo que nos dá a dimensão da história da Terra e da vida, nosso lugar. Nesse sentido, buscamos superar a visão histórica predominantemente centrada na existência humana e ampliamos essa visão para a história do planeta e do lugar em que habitamos. Para tanto, é necessário verificar, em um primeiro momento, se a BNCC traz em sua proposta de organização curricular para a Educação Básica conteúdos da Geologia que permitam a construção da ideia de tempo profundo pelos estudantes e se esses conteúdos estão presentes, pelo menos, em uma pequena amostra de livros didáticos.

Há outra delimitação importante a ser realizada nesse ponto. Ao tratarmos de questões de tempo e de espaço, podemos buscar bases para seu estudo nas áreas de História, de Geografia e de Ciências da Natureza (Regalía et al., 2019). A BNCC apresenta a estrutura curricular em quatro grandes áreas: Linguagens e suas tecnologias, matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Acompanhando a organização curricular apresentada na BNCC, os livros didáticos também trazem essa organização na estrutura de seus conteúdos. Referente à nossa delimitação temática, constatamos que História, Geografia e Ciências da Natureza trazem em seus conteúdos curriculares elementos

que abordam tempo e espaço. As duas primeiras tratam desses elementos, mas com ênfase na relação deles com o ser humano, respeitando a delimitação da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Em comparação, nas Ciências da Natureza, vemos um compromisso maior com a investigação do tempo e do espaço para além da existência humana e é nesse sentido que nosso foco de discussão se volta à análise dessa área como aquela que deveria ser a grande responsável por abarcar os estudos do tempo profundo.

Certamente, uma delimitação tentando localizar as temáticas de tempo e de espaço encerra grande complexidade e pode não ser justa (Szamosi, 1986, Elias, 1989, Ray, 1991, Peloggia, 1998, Santos, 1999, Wertheim, 2001). Do mesmo modo, os conceitos e temáticas de Geociências aparecem, muitas vezes, diluídos nas disciplinas de Ciências e de Geografia, o que mostra a necessidade de uma abordagem interdisciplinar na compreensão de fenômenos que, por sua natureza, são amplos e complexos. No caso específico da Geologia, como uma ciência preocupada em estruturar a história da Terra e em oferecer explicações para os fenômenos geológicos que vão desde escalas microscópicas até planetárias (Hagner, 1963, Allègre, 1988), percebemos o tamanho do desafio investigativo.

Outro desafio se refere à própria posição de muitos professores da área de Ciências da Natureza que não considerem os conteúdos de Geologia como pertencentes a esse campo, mas como sendo de responsabilidade da Geografia. Kreps (2021) traz relatos de professores da área de Ciências da Natureza de uma rede municipal de Educação que mostram dificuldades de compreensão e delimitação de temáticas de Geociências, em geral. Na compreensão desses professores, conteúdos específicos de Geografia, a partir da nova BNCC, foram reconduzidos para as Ciências da Natureza. Nesse sentido, tais professores não se sentem preparados para trabalhar os conteúdos em sala de aula, pois não tiveram formação para tanto, ou entendem que certos conteúdos serão trabalhados de forma repetida nas diferentes áreas. Foram registrados relatos da seguinte forma:

Tem muita coisa de Geografia que está inserida em Ciências[...]. Muitos dos conteúdos que eram trabalhados na Geografia, há um tempo atrás era das Ciências, foi pra Geografia e voltou pra Ciências. E eu acredito que muito conteúdo poderia ter ficado na Geografia, conteúdos repetidos. [...] Eu fiquei chocada, com a quantidade

da Geografia que tem nas Ciências, e pelo que eu vi a Geografia vai trabalhar a parte mais política da Geografia, a Geografia Física, foi jogada para as Ciências. [...] Mas nós não tivemos isso na faculdade (Kreps, 2021, p.103).

Podemos perceber a lacuna na formação dos profissionais e também uma limitada noção do que de fato compõe a área de Ciências da Natureza. O levantamento dessa pesquisa demonstrou, ainda, que a formação desses professores se dá na área da Biologia, o que dá a impressão, a esses profissionais, de que trabalhar Ciências é trabalhar somente temas dessa área. Nesse sentido, trabalhar com temas da Física e da Química ou de qualquer outra área que não seja a da Biologia, se torna difícil. Kreps (2021) segue argumentando que a posição acerca das dificuldades de trabalhar “temas da Geografia” apresentada pelos professores se refere à Unidade Temática denominada “Terra e Universo” da BNCC, cujos objetos de investigação são, por exemplo, forma, estrutura e movimentos da Terra, efeito estufa, fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis), placas tectônicas e deriva continental, dentre outros temas de Geociências.

Os temas estão presentes na BNCC justamente para que os alunos possam desenvolver o conhecimento básico para entender o planeta em que vivemos e a dinâmica que caracteriza os fenômenos geológicos que vão moldando esse lugar. Tempo e espaço, nesse sentido, são conceitos fundamentais para desenvolver o entendimento. Porém, são conceitos amplos e polissêmicos, que podem ser abordados em diferentes áreas do conhecimento científico, ou além do próprio conhecimento humano. As noções de tempo e de espaço são citadas na abertura do texto que trata da área das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas na BNCC que trata do Ensino Fundamental. O texto referente a essa área assevera que:

O raciocínio espaço-temporal baseia-se na ideia de que o ser humano produz o espaço em que vive, apropriando-se dele em determinada circunstância histórica. A capacidade de identificação dessa circunstância impõe-se como condição para que o ser humano compreenda, interprete e avalie os significados das ações realizadas no passado ou no presente, o que o torna responsável tanto pelo saber produzido quanto pelo controle dos fenômenos naturais e históricos dos quais é agente (Brasil, 2018, p. 349).

Para uma adequada leitura geohistórica, conforme o argumento que segue no documento, é necessário compreender a diversidade de posicionamentos acerca da construção das noções de objeto, de fenômenos e de lugares que precisam estar relacionados (eles e seus arranjos) ao contexto sócio-histórico em que são desenvolvidos.

A História e a Geografia abarcam, principalmente, o tempo e o espaço humanos. Quando nos direcionamos ao entendimento do tempo profundo, da história da Terra e das transformações no espaço que ocorrem em um longo curso, tratamos de um intervalo temporal muito além daquele da história humana. Porém, essas duas áreas têm muitas contribuições, principalmente no que se refere às mudanças nas concepções de mundo, nos seus fenômenos e nas suas diferentes interpretações ao longo da história (Gregory, 1985, Ariès, 1986, Whitrow, 1993, Ledrut, 1998, Menegat, 2008). Do mesmo modo, a Filosofia, a Sociologia, entre outras áreas que contribuem para o entendimento do pensamento humano, têm importante papel na composição da interpretação das diferentes visões de mundo acerca do tempo e do espaço ao longo da história humana (Claval, 1999). Assim, o estudo da história da Terra e suas diferentes versões deve ser desenvolvido de modo interdisciplinar. Porém, a fim de localizar melhor a compreensão da história da Terra no currículo escolar, vemos no ensino de Ciências da Natureza o lugar no qual o desenvolvimento dessa leitura deve receber maior incentivo. Isso nos aponta a tarefa de identificar os temas que contribuem para a leitura, bem como as lacunas existentes na área do conhecimento e que dificultam a interpretação da natureza que está no entorno da escola e de sua comunidade (Gonçalves & Sicca, 2018). O objetivo da tarefa é apontar os temas que são fundamentais para a leitura dos sinais do tempo no lugar onde existimos e ler o espaço geológico como fruto de complexas transformações que exigem, na sua maioria, um amplo período de tempo para se registrarem (Gonçalves & Sicca, 2006).

Buscamos na BNCC para o Ensino Fundamental e Médio, especificamente na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as temáticas vinculadas à Geologia ou que se aproximam mais dela e que são importantes para a compreensão dos eventos geológicos e dos registros que marcaram a história da Terra. Também buscamos a correspondência desses temas em amostras de alguns dos livros didáticos de editoras conhecidas e que são adotados

por escolas públicas e privadas do país a partir do PNLD. As amostras foram selecionadas buscando títulos que tivessem uma aproximação maior com as Ciências da Terra, dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com diversidade nos anos de publicação e buscando títulos de diferentes editoras que estivessem disponíveis para consulta online. Dentre as possibilidades presentes no Guia digital do PNLD e no site das editoras, selecionamos cinco títulos referentes aos anos finais do Ensino Fundamental e cinco títulos referentes ao Ensino Médio (Tab. 1).

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é dividida em três Unidades Temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. É nessa última que encontramos temas mais próximos da Geologia. Evidentemente que quando falamos de matéria e energia também nos referimos aos recursos energéticos que são objetos de estudo da Geologia como o petróleo e o carvão, entre outros, inclusive os que envolvem as questões acerca dos impactos ambientais. No que se refere às questões da vida e da evolução, há uma conexão profunda com o estudo dos registros fósseis que são fundamentais para o entendimento desse tema associado aos diversos contextos da dinâmica planetária. É, porém, na unidade temática Terra e Universo que aparecem os grandes temas vinculados à Geologia:

escalas de tempo (desde os períodos diários até os do Tempo Geológico), representações do planeta (mapas, globos, seções, blocos-diagramas, fotografias etc.), solos e seus usos, movimentos orbitais da terra e seus ciclos, forma e estrutura da Terra (da estrutura interna à atmosfera), tipos de materiais como rochas e minerais, fenômenos naturais (vulcões, terremotos, tsunamis), placas tectônicas e deriva continental.

De modo geral, os temas encontram-se incluídos nos livros didáticos analisados. Há um esforço dos organizadores dos livros de vincular as temáticas que aparecem na BNCC com os conteúdos e com as atividades presentes nos materiais didáticos. Apesar disso, os conteúdos de Geologia são apresentados de modo superficial na maioria dos materiais. Com ocorrência ainda mais rara, registram-se adaptações (FTD, AJS) da tabela cronoestratigráfica organizada pela Comissão Internacional de Estratigrafia que traz as unidades do Tempo Geológico em éons, eras e períodos. Mesmo quando isso acontece, a ênfase está na localização da história da vida muito mais do que dos grandes eventos da história da Terra. Consideramos a tabela cronoestratigráfica tão importante quanto a tabela periódica dos elementos da Química. Nesse sentido, apontamos uma significativa lacuna no estudo da história do nosso planeta, tanto nos materiais didáticos oficialmente selecionados como

Tabela 1. Material didático consultado. Fonte: Autores

Título	Editora	Data de publicação	Nível de escolaridade a que se destinam
Inovar Ciências da Natureza	Saraiva	2018	6º ano: ensino fundamental. Anos finais
Coleção Inspire ciências	FTD	2018	6º ao 9º ano: ensino fundamental. Anos finais
Apoema Ciências	Editores do Brasil	2018	6º ao 9º ano: ensino fundamental. Anos finais
Coleção #Sou+Ciências	Scipione	2022	6º ao 9º ano: ensino fundamental. Anos finais
Ciências, tecnologia, sociedade e ambiente	Editores AJS	2022	6º ano: ensino fundamental. Anos finais
Ser protagonista: Ciências da Natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço	Edições SM	2020	Ensino Médio
Multiversos: Ciências da Natureza: origens	FTD	2020	Ensino Médio
Conexões: Ciências da Natureza e suas tecnologias: Terra e equilíbrios	Moderna	2020	Ensino Médio
Integração e protagonismo: Ciências da Natureza e suas tecnologias	Editores do Brasil	2020	Ensino Médio
De olho no futuro: projetos integradores – Ciências da Natureza e suas tecnologias	Ática	2020	Ensino Médio

opções para as escolas como, conseqüentemente, no ensino desses conteúdos em sala de aula.

As lacunas no currículo escolar, aliadas ao pouco conhecimento acerca da Geologia por parte dos professores, mostra o quanto é imperativo avançar no ensino e aprendizagem do conhecimento geológico. Compiani (2005) argumenta sobre a necessidade da formação de professores para atuarem no ensino de Ciências, a partir dos fenômenos geológicos, de modo contextualizado, evitando o ensino fragmentado. Segundo ele, o objetivo do ensino deve ser o de formar cidadãos críticos, que desenvolvam a reflexão e uma adequada leitura da relação das atividades humanas com a Terra.

A Geologia tem papel de destaque junto às Ciências para formar uma visão de natureza abrangente, histórica e orgânica, pois, em função de ser um tipo específico de racionalidade que explica o planeta, auxilia a compreensão da dinâmica da própria interação dos seres humanos com seu habitat (Compiani, 2005, p.18).

O conhecimento da história da Terra possibilita compreender a dinâmica da natureza, nos provoca a reorientar nossas próprias ações no sentido de repensarmos o uso dos recursos naturais, nos ajuda a compreender as grandes transformações das paisagens terrestres ao longo do tempo profundo. É nesse sentido que trataremos, no próximo ponto, elementos sobre a descoberta do Tempo Geológico e, na sequência, reflexões sobre a importância de seu estudo no espaço escolar.

Os sinais do tempo e o desenvolvimento da Geologia

Em um esforço para entender o tempo, desenvolvemos mecanismos de medida que nos auxiliam nessa difícil tarefa (Molet, 1998a). Cronômetros, relógios, calendários, tabelas são exemplos de instrumentos e de estratégias criados para organizar de modo inteligível a passagem do tempo e, nessa passagem, localizar fatos e personagens importantes (Le Goff, 1997, Molet, 1998b). A passagem do tempo deixa suas marcas. As rugas no rosto, as rachaduras em uma parede, a vegetação crescendo, a erosão escavando o solo e moldando a paisagem são resultado da passagem do tempo (Murphy & Doherty, 2000). Quanto mais recuamos em relação a ele em nossas investigações, mais percebemos as grandes mudanças nos sistemas planetários e o encadeamento dos processos que as geraram.

A noção de Tempo Geológico ou tempo profundo é a chave para entender a dimensão da história da Terra (Richet, 1999, 2007). Paradoxalmente, esse tema pouco comparece no currículo escolar. A história da Ciência mostra grandes feitos da humanidade, que, em geral, são abordados nos currículos, mas as grandes contribuições da Geologia ainda precisam ser mais valorizadas. Como muito bem apontou o renomado paleontólogo Stephen Jay Gould:

[...] enquanto aclamamos Galileu, Darwin e Einstein, quem é que, fora do círculo restrito dos especialistas, já ouviu falar em William Smith, Adam Sedgwick e Roderick Impey Murchison, os arquitetos da nossa escala do Tempo Geológico e, por conseguinte, os obreiros da história? Por que é que o resultado do seu trabalho – sem dúvida uma das maiores proezas científicas de todos os tempos – nunca saiu da obscuridade? (Gould, 1993, p. 93-94).

As grandes contribuições do pensamento geológico ainda parecem possuir papel secundário frente a outras realizações científicas. Porém, a Geologia carrega a responsabilidade de responder a importantes questões referentes à nossa existência: Quando surgimos? Como era nosso planeta em tempos anteriores ao nosso surgimento como espécie? Como as mudanças no ambiente da Terra afeta os seres vivos? Importantes pistas para responder a essas interrogações estão presentes nas “páginas do livro da Terra”, nas camadas estratigráficas que marcam diferentes momentos da história planetária.

A publicação do *Theory of the Earth* (1788) de James Hutton marca a descoberta do tempo profundo (Gould, 1991, Richet, 1999, Repcheck, 1999, Gonçalves, 1999). As ideias presentes nessa obra revelam a vastidão do tempo evidenciada pelos registros geológicos. Seu autor, James Hutton (1726-1797), é considerado o pai da Geologia moderna justamente por que propôs uma visão revolucionária que dá suporte a uma idade do planeta Terra não mais de alguns milhares de anos, mas de um tempo “quase infinito”. Para Hutton, a *machina mundi* auto renovável opera em ciclos permanentes. A desagregação e erosão das rochas faz com que esse material seja transportado para os oceanos; ao ser depositado, acumula-se no leito marinho e, com o passar do tempo, por seu peso, gera pressão e calor sobre as camadas mais inferiores. A fusão desses sedimentos na base de espesso pacote e a intrusão de magma gera movimentos que causam o soergui-

mento das camadas, gerando montanhas que passam a ser erodidas, garantindo a manutenção de ciclos que se repetem indefinidamente iguais. (Gould, 1991, p. 72). James Hutton (1994 [1788]) encerra seu artigo publicado em 1788, no primeiro volume das *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, com a frase: “O resultado, portanto, de nossa presente investigação é que não encontramos nenhum vestígio de um início, - nenhuma perspectiva de um fim”¹ (Hutton, 1788, p. 304, tradução nossa). Essa conclusão de Hutton mostra a Terra como um “sistema da natureza” em que a “sucessão de mundos” é quase eterna em seus ciclos.

A noção de que os materiais constituintes da Terra resultam de processos antigos e, portanto, são testemunhos de uma história do nosso planeta, demorou muito tempo para convencer as mentes dos sábios. Descartes foi um dos primeiros a propor um modelo das grandes configurações planetárias tanto superficiais – como montanhas, planícies, oceanos, cavernas etc. – tanto subterrâneas – como o núcleo e outras esferas que estruturam o interior da Terra (Menegat, 2008). A Geologia como ciência representa um enorme esforço intelectual humano em reconstruir a sequência de fatos que moldaram a Terra com base na memória de seus registros (Rossi, 1992, Menegat, 2008). Esse esforço sofreu grandes contraposições feitas a partir de modelos fundamentados, principalmente, no dogma criacionista. Segundo o livro do Gênesis, esse dogma sustenta a ideia de que o arquiteto do universo criou o mundo e tudo o que nele existe em seis dias, descansando no sétimo: “[...] de acordo com os cálculos do arcebispo James Ussher (século XVII), a Terra teria sido formada por influência divina no ano 4004 a.C” (Teixeira, 2022, p.238). O capelão do rei William III, Thomas Burnet [1635-1715], em sua arrojada obra *Telluris Theoria Sacra: Orbis Nostri Originem et Mutationes* (que pode ser traduzida como *História sagrada da Terra: nosso mundo original e suas mudanças*), propôs um “relato da origem da Terra e de todas as mudanças gerais pelas quais ela já passou ou deverá passar, até a consumação de todas as coisas” (Burnet, 1719) cujas etapas evolutivas eram inspiradas no modelo científico de Descartes. Porém, como representante do dogmatismo teológico, interpretava a Terra como criação divina, onde um dos dias da criação eram como metáforas de longas eras de mil anos:

1 Tradução do inglês: *The result, therefore, of our present enquiry is, that we find no vestige of a beginning, — no prospect of an end.*

Isso [as grandes mudanças da Terra], provavelmente, durará sete mil anos, o que é um bom e competente espaço de tempo para exercitar nossos pensamentos e observar as várias cenas que a natureza e a providência trazem à vista no decorrer de tantas eras. [Burnet, 1719, p. 329.]

Além disso, acreditava-se estar delineadas nas Escrituras as “revoluções desta Terra”, como chamou as sete grandes transformações, com origem a partir do caos e rumando para a “consumação de todas as coisas” e, por fim, na transformação da Terra em uma estrela. Seu grande esforço foi demonstrar como essas transformações ocorreriam por uma cadeia de fenômenos já em atuação neste mundo, mas que atingiriam cataclismos na passagem de uma etapa a outra, a exemplo do grande dilúvio. Todas essas explicações, estavam, para ele, fundamentadas ou “em boas evidências naturais ou em boa autoridade divina” (Burnet, 1719, p. 334). Tratava-se, nas palavras do paleontólogo Stephen J. Gould, de uma “oposição arraigada da igreja e da sociedade aos novos métodos de observação da ciência.” (Gould, 1991, p. 17). Em contraposição, Hutton estruturou a investigação da Terra a partir da observação direta dos conjuntos rochosos e fenômenos que nela ocorrem. “Hutton rompeu essas restrições bíblicas porque se dispôs a colocar a observação de campo antes de qualquer preconceção – ‘conversai com a Terra e ela vos ensinará’.” (Gould, 1991, p. 17).

O embate se dá entre a possibilidade de se construir uma interpretação da história da Terra a partir de evidências de campo ou considerar que essa história já estaria pronta e acessível em textos prévios, sejam eles sagrados ou filosóficos. Uma vez que se admite que esses textos já tenham as respostas às questões colocadas, não seria necessária a investigação de campo. Por outro lado, se são os estratos e corpos rochosos a memória da história da Terra, então se coloca a emergência de uma investigação científica de campo em que cada lugar depõe em relação às perguntas e modelos que fazemos. Como muito bem enunciou um dos mais influentes filósofos e historiadores as concepções científicas sobre o tempo e a memória, Paolo Rossi,

As discussões versam não apenas sobre os modelos diversos de história da Terra, mas também sobre a própria possibilidade de fazer daquela história o objeto de uma investigação “científica”. Se a física e a filosofia natural tratam do mundo *que é* (tal como foi posto em movimento por Deus), então não há nenhum sentido no problema da

formação do mundo, nem seria de modo algum legítimo, do ponto de vista da física e da filosofia natural, propor essa questão. (Rossi, 1992, p. 9, grifos do original).

Ao se estabelecer a Geologia como ciência que tem como um dos seus principais objetivos a investigação histórica da Terra e seus registros, surgem modelos teóricos guiados por postulados divergentes. Exemplo claro disso são as formulações do Uniformitarismo e do Catastrofismo que ofereceram interpretações diferentes acerca dos registros dos fenômenos geológicos que configuraram as páginas do livro da Terra (Ody, 2005, Hallan, 1989). Essas diferentes teorias buscavam explicar a história da Terra como

(...) uma história feita de processos lentos, de mudanças uniformes e imperceptíveis; ou, então, uma história intercalada de catástrofes violentas, feitas de saltos qualitativos e revoluções (Rossi, 1992, p.9).

O que precisa ficar claro é que a descoberta do tempo profundo marca uma das mais importantes revoluções na história da ciência, mas nem sempre reconhecida como tal. Por exemplo, Chassot (2016) cita como grandes revoluções a Copernicana (geocentrismo vs. heliocentrismo), a Lavoisierana (flogisto vs. combustão/respiração), a Darwiniana (criacionismo vs. evolucionismo) e a Freudiana (consciente vs. inconsciente). Todas elas marcam uma importante mudança na visão de mundo. Certamente, a ideia de um tempo profundo, quase eterno, remove o ser humano do centro da criação divina, concepção defendida pelas predominantes tradições religiosas, ferindo de morte o ego humano (Gould, 1991). Também é importante destacar que a Revolução Darwiniana só foi possível a partir da concepção revolucionária do tempo profundo. Desse ponto de vista, Darwin igualmente “subiu nos ombros de gigantes” para formular sua teoria a ponto de dedicar sua obra a Lyell, um seguidor de Hutton. A revolução Huttoniana, porém, dificilmente é citada como uma importante transformação nos paradigmas acerca das visões de mundo e tampouco como base para grandes teorias científicas dos sistemas da Terra e da vida.

O desenvolvimento da Geologia lança luzes no túnel do tempo profundo e permite a leitura da história da Terra a partir da memória material estruturada por meio de sucessivos eventos. Em termos da história humana, avançamos, enquanto

humanidade, na nossa capacidade de “retornar ao passado”, o que foi fundamental para a emergência da Idade Moderna, no Renascimento, justamente quando iniciaram as ideias científicas sobre o passado da Terra (Greenblatt, 2012). Passamos das histórias contadas pelos nossos antepassados, por meio de mitos, à interpretação de indícios deixados por civilizações que se perderam na história humana. De igual modo, tornou-se possível a interpretação científica dos registros dos eventos geológicos que possibilitam contar uma história muito mais antiga do que a própria humanidade como espécie. Como disse Cuvier, (1945[1825], p. 14)

Nós admiramos a força com que o espírito humano mediu os movimentos dos globos [por meio da mecânica dos planetas], que a natureza parecia ter para sempre arredado da nossa vista; [mas,] o gênio e a ciência romperam os limites do espaço; algumas observações dilucidadas pelo raciocínio explicaram o mecanismo do mundo [universo]; não seria também glorioso para o homem saber ultrapassar os limites do tempo, e, por meio de algumas observações, recuperar a história deste mundo, e uma sucessão de acontecimentos que precederam o nascimento do gênero humano? (Cuvier, (1945[1825], p. 14).

A despeito de todo o esforço científico de Georges Cuvier, o pai da Paleontologia comparada e do catastrofismo, para estabelecer métodos de leitura histórica do registro geológico, ele foi suplantado pela teoria uniformitarista de James Hutton e Charles Lyell, para a qual o registro refere-se apenas a ciclos do tempo. Apesar das divergências teóricas dos grandes precursores, é indubitável hoje que foi a Geologia a ciência que imprimiu a visão da historicidade da matéria no conhecimento humano, em termos de uma vasta memória da Terra, que, na superfície, constitui a crosta de nossos continentes e assoalhos oceânicos. Como bem assinalou Hagner,

Deste modo a Geologia realizou sua maior contribuição tanto à ciência quanto à filosofia ao introduzir naquela a ideia da história. Antes do século XIX a ciência havia mostrado um amplo interesse pelo presente. Foi assim até que os geólogos introduziram o conceito de que a Terra teria uma história, quando foi possível desenvolver um conhecimento sistemático do passado remoto. (Hagner, 1970, p.297).

Antes do advento de uma visão evolutiva do planeta em que vivemos, predominava na ciência

uma noção dos gregos antigos de que o universo seria eterno e imutável. Os principais modelos, desde Anaximandro até Galileu e Newton, e de Herschel a Einstein, consideravam o Universo, assim como a matéria nele contida, imutáveis (Shaldrake, 1995). Com efeito, apenas a partir da década de 1960 o modelo-padrão conhecido como *Big Bang*, passou a incorporar a passagem do tempo, portanto, entender o universo como resultado de uma evolução da matéria (Weinberg, 1987, Hawking, 1988, Comins & Kaufmann III, 2010). Essa revolução científica do modelo de universo estacionário para um modelo evolutivo foi muito mais demorada e lenta do que a passagem do geocentrismo de Aristóteles-Ptolomeu para o heliocentrismo de Copérnico-Galileu. O modelo geocêntrico foi vigente de Anaximandro, no século VI a.C., até 1543, quando Copérnico e, principalmente Galileu, estabeleceu as bases científicas do modelo heliocêntrico (Koyré, 1986, Giacomini, 1985).

O universo estacionário, por outro lado, vigorou até os anos 1960, quando as medições da radiação cósmica de fundo em micro-ondas, feitas por Arno Penzias e Robert Wilson constituíram-se em evidências do Big Bang (Penzias & Wilson, 1965). Em 1992, a Folha de São Paulo publicou um artigo de Ylia Prigogine, prêmio Nobel de Química, que anunciou, por fim e ao cabo, que a ciência passava a pressupor que o universo evoluiu ao longo de um tempo tido como irreversível e não cíclico (Prigogine, 1992). A partir disso, passou-se a ter uma visão em uma mesma perspectiva da evolução da vida, da Terra e do Universo, resultante também da persistência das investigações dos geólogos e paleontólogos em relação à irreversibilidade do Tempo Geológico. Em definitivo, também consolida a noção da Geologia como ciência capaz de ler a memória e o registro dos processos terrestres dentro de uma perspectiva histórica.

É importante mencionar que a Geologia pode ter diferentes enfoques em sua investigação e, assim, ser entendida como, simultaneamente, ciência histórica e teórica. De modo geral, podemos dizer que, se a Geologia tem sua preocupação voltada a explicar fenômenos gerais como vulcanismo, erosão ou orogênese ela caracteriza-se como teórica. Nesse caso, ela visa conceituar e explicar processos geológicos que são comuns a vários lugares cujos mecanismos os classificam como sendo do mesmo tipo. Por outro lado, se o interesse da Geologia é aplicar as teorias desenvolvidas de modo geral na explicação de

um fenômeno específico como o vulcão Vesúvio, o cânion do Itaimbezinho, o supercontinente Gondwana ou a Cordilheira dos Andes, então seu interesse é contingente ou histórico, pois sua ação se volta a entender fatos específicos, em lugares e tempos específicos e com uma sequência histórica que pode ser descoberta (ver Ody, 2005). Nosso planeta pode ser considerado um objeto específico de investigação, portanto histórico, com uma configuração geológica diversificada que marca a história dos diferentes lugares, mas tais explicações também dependem de teorias criadas dentro da própria Geologia. Por esses motivos, a Geologia é uma ciência única, como já apontou Cecil J. Schneer (1960) e do mesmo modo como Mayr (1998, 2004) demonstrou ser única a Biologia, ou seja, não são ciências resultantes da mera aplicação da Física ou da Química.

Exatamente por isso, a Geologia consiste em um importante instrumento para decodificarmos os sinais do tempo que ocorrem nas configurações dos materiais e formas terrestres em suas várias escalas temporais e espaciais, da placa tectônica ao mineral, do fóssil ao ciclo do oxigênio, do Eonotema ao Andar, do Edicariano ao Quaternário. A ideia de Tempo Geológico permite que compreendamos um afloramento como a sucessão de registros do tempo onde, em uma imagem no tempo presente, podemos ver a memória daquilo que aconteceu em um tempo muito distante no passado do nosso planeta. Os processos de diferentes ambientes podem ficar preservados nos registros geológicos de um dado contexto singular, portanto histórico (Cervato, Frodeman, 2013). Evidentemente o registro preservado precisa ser interpretado a partir do resgate daquilo que está nos “bastidores do pensamento geológico”, como disse Hagner (1970), que permite que a devida leitura do registro pétreo seja feita da forma mais verosímil com relação às causas e contextos que o originaram,

Talvez o fator mais importante no progresso da Geologia foi o desenvolvimento de um “bastidor geológico da mente”, que se adquire quase por necessidade no esforço cotidiano do pensamento acerca dos imensos períodos de tempo, unidades muito grandes de matéria e a interação de variáveis complexas (Hagner, 1970, p.299).

De certo modo esse também é o desafio do educador quando pretende ensinar seus alunos a entender e a interpretar os fenômenos geológicos. É necessário que alunos e professores desenvolvam

uma bagagem teórica que permita uma leitura do registro geológico a partir da qual é possível interpretar e compreender a história do lugar onde se vive. Em sua grande maioria, os fenômenos geológicos são complexos e envolvem uma grande variedade de causas e efeitos. A própria noção de tempo profundo é, em si, desafiadora.

O aprendizado da Geologia e a leitura do lugar

Quando nos referimos à leitura do lugar e sua paisagem, compreendemos a identificação de coisas e suas interações que se expressam dinamicamente ali como fenômenos não apenas de um tempo presente, mas também como resultado de um longo passado e potencialidade de um futuro. Desse modo evitamos a compreensão da leitura como mera descrição de elementos vistos de modo estático e isolado nesse local. A leitura, portanto, vista de forma mais ampla, permite entender não só os elementos e suas interações, mas também a interação de quem lê com o ambiente, a paisagem e a cultura (Thomas et al., 1956, Ryabchikov, 1975, Naveh & Lieberman, 1994). Nesse sentido, a Geologia é uma ciência do lugar, assim como a Ecologia.

Em se tratando de educação e de ensino de ciências, o conceito de alfabetização científica propõe justamente a necessidade de uma leitura crítica do meio em que se está, o que possibilita uma interação consciente do indivíduo leitor com os demais elementos que o cercam. Sasseron & Carvalho (2016) realizam revisão bibliográfica buscando variações do termo que significa um ensino de ciências voltado à formação de alunos críticos e comprometidos com a cidadania, com a atuação social responsável a partir do domínio e do uso dos conhecimentos científicos. Considerando termos usados no Brasil, bem como traduções de termos utilizados em outros locais do mundo, as autoras destacam três termos com esse significado: letramento científico, alfabetização científica e enculturação científica. Utilizaremos, neste trabalho, o termo ‘alfabetização científica’ concordando com as autoras quando citam Paulo Freire e o conceito de alfabetização por ele defendido. Segundo Freire (2004, 2011) estar alfabetizado é muito mais do que ser capaz de decodificar letras, sílabas ou palavras; é a capacidade de, ao decodificá-las, também ler o mundo que nos cerca e ser capaz de nele atuar de forma qualificada.

Outro importante fator quando tratamos da leitura do lugar é o próprio envolvimento de quem

lê. É fundamental que, no processo de alfabetização científica no espaço escolar, o próprio aluno queira ser alfabetizado. Isso significa que ele busca por si mesmo e instigado pelo educador, resolver problemas com os quais ele se depara ou que ele mesmo se coloca. Toda aprendizagem verdadeira requer o envolvimento do educando com problemas que ele considera relevantes, que lhe despertem a curiosidade e o movimento de investigação.

John Dewey (1959), referência no campo da educação, fala sobre a importância da qualidade do problema apresentado ao aluno e sobre como isso determina o grau de envolvimento deste último na investigação. Ele separa “verdadeiros problemas” de problemas “simulados ou ridículos”. Uma questão apresentada no espaço escolar pode ser apenas um problema, visto de modo remoto da vida do aluno, de suas experiências pessoais ou pode se apresentar de modo natural ao estudante; pode ser um problema do próprio aluno, ou do professor ou do compêndio (Dewey, 1959, p.170). Problemas reais estimulam o aluno à investigação em um esforço para vincular causas e efeitos na tentativa de explicar os fenômenos investigados. Ou, nas palavras de Dewey:

Devido à ausência de materiais e ocupações que gerem problemas reais, os problemas do aluno não são seus; ou antes, são seus *unicamente em sua qualidade de alunos*, mas não em sua qualidade de seres humanos (Dewey, 1959, p.170, grifos do original).

A Geologia, a partir dos problemas por ela tratados, é capaz de provocar nos alunos a curiosidade investigativa necessária para inseri-los na busca por respostas a questões que intrigam a humanidade há muito tempo. Explosões vulcânicas, terremotos, a presença de montanhas ou de planícies, de pequenos cristais ou deslizamento de grandes blocos de rochas entre outros objetos de estudo da Geologia fascinam o ser humano. A própria Geologia como ciência pode ser usada para se entender o que é o método científico e como o cientista, neste caso, o de Ciências da Natureza, realiza suas investigações. Carneiro et al. (2004) falam da Geologia como uma ciência experimental e, portanto, que segue uma metodologia muito parecida à de outras ciências experimentais. Como tal, a Geologia precisa buscar as conexões causais entre fatores importantes na ocorrência de certos fenômenos. Porém, destaca-se o esforço dela como ciência que busca contar a história da Terra a partir das evidências ao nosso redor.

Carneiro et al. (2004) trazem importante reflexão sobre a presença (ou ausência) de temas de Geologia no Ensino Fundamental e Médio. Elenam vários fatores que justificam a importância da inclusão de conteúdos da Geologia nos currículos desses dois níveis de ensino. Entre os fatores estão a colaboração da Geologia na compreensão da visão de conjunto do funcionamento do sistema Terra, na compreensão da perspectiva temporal nas transformações que afetam o planeta e os seres vivos, no entendimento dos riscos geológicos e das questões de ocupação dos espaços pelos seres humanos, nas descobertas recentes que colaboram para o melhoramento da qualidade de vida das pessoas, na compreensão da questão da exploração dos recursos energéticos, bem como os temas vinculados à sustentabilidade e ao planejamento acerca do futuro das gerações vindouras, dentre outros tópicos relevantes do currículo escolar (cf. Fyfe, 2004). Todos os temas colaboram para uma adequada leitura do lugar onde se vive e para a reflexão acerca do posicionamento que devemos ter diante daquilo que compreendemos a partir da ação de ler esse espaço.

Entre os fatores elencados e de importância fundamental para a leitura do lugar está a perspectiva temporal nas mudanças no planeta e nos seres vivos. Já vínhamos tratando do elemento *tempo* como importante chave de leitura do lugar. Os sinais do tempo, como bem traz Rossi (1992), estão presentes de formas diferentes nas paisagens terrestres e sua leitura nos ajudam a contar a história do lugar como singularidade da história planetária. O aprendizado da Geologia e a alfabetização científica a partir dessa ciência nos ajudam a entender e a decifrar os sinais desafiadoramente em cada lugar.

O que normalmente acontece a partir de uma visão de senso comum ou das principais tradições religiosas é entender o mundo quase que imutável. Nesse sentido, as montanhas sempre estiveram aí desde a criação do mundo. As rochas são praticamente imutáveis e eternas, os continentes seriam imóveis, terremotos e vulcões ocorrem como consequências de ira divina na tentativa de punir os seres humanos por seus atos. A percepção de mudança seria rasa, ou seja, apenas daqueles seres que vemos mudar a partir do tempo de nossa existência. De fato, sempre buscamos ler nosso espaço. O lugar onde nascemos, nesse sentido, é, inevitavelmente, um primeiro modelo de mundo. É importante pontuar que, ao longo da história da humanidade, diferentes culturas tentaram

organizar suas percepções acerca do lugar onde viviam a partir de calendários e ritmos da natureza (Molet, 1998a; Le Goff, 1997). Essa compreensão de mundo ajuda os povos a se organizarem, prevenir o futuro e possibilita “um plano para guiar as atividades práticas de sobrevivência, desde o estabelecimento de estradas e canais de irrigação até a construção de cidades” (Menegat, 2006, p. 141). Porém, muitas das transformações dos elementos geológicos só são perceptíveis se as olharmos sob o prisma do Tempo Geológico (Tudge, 1997). Isso transcende as cosmovisões mais tradicionais e isso precisa ser ensinado nas escolas.

O tempo que é apresentado e trabalhado nas escolas é, predominantemente, o tempo humano. Na cronologia humana, nas linhas do tempo de nossa história situamos nosso surgimento como espécie e vamos pontuando importantes momentos históricos da nossa existência (Fernández-Armesto, 2000). Assim acontece com outros recursos didáticos ou com ferramentas científicas utilizados nas escolas para organizar e apresentar conteúdos importantes e que ajudam os estudantes a entenderem o mundo, tanto físico quanto intelectual. Exemplos disso são a tabuada de multiplicação, tabelas de fórmulas físicas, tabela periódica dos elementos químicos etc. Porém, raramente aparece uma importante tabela, a Escala do Tempo Geológico, que traz organizada a história do planeta em que habitamos. É nela que organizamos as sequências de eventos da história do planeta. Ela constitui, portanto, importante ferramenta para a compreensão e organização dos registros estratigráficos – os sinais do tempo – observados no livro rochoso da Terra. Na tabela é que situamos o surgimento da Terra, bem como as principais transformações relacionadas à evolução da vida, que surge muito tempo antes de nós. O surgimento da Terra a partir da nebulosa inicial, a queda de meteoritos ao longo da história de nosso planeta, a conformação dos primeiros oceanos e o surgimento dos indícios de vida, as transformações na atmosfera, a dança dos continentes, as grandes extinções em massa, as eras glaciais, o sobe e desce das montanhas, tudo isso, a partir de evidências que podem estar a nosso alcance no lugar em que vivemos e que nos possibilitam organizar, temporal e logicamente, os fenômenos que fazem parte da história da Terra, nos ajudam a contar sua história. Diferentemente dos fenômenos atuais, os quais podemos, em grande parte, observar, só temos indícios e sinais dos fenômenos antigos anteriores à nossa existência ou acontecidos

em tempos muito distantes do que os relacionados à própria espécie humana.

Uma forma interessante de provocar a reflexão acerca das diferentes dimensões da passagem do tempo e suas consequências é estimularmos os alunos a pensar a partir de registros de mudanças que possam ser experiências didáticas. De fato, a natureza está cheia de cronômetros, seja uma batata que logo oxida ao ser cortada, ou os anéis concêntricos na seção de um tronco de uma árvore, ou, ainda, a alteração de uma rocha em solo. Todos materiais, portanto, tem certa duração temporal e podem servir como cronômetros das transformações em diferentes escalas. Um galho que cai de uma árvore pode demorar meses, ou, dependendo de suas características, anos até se decompor. Uma rocha pode durar muito mais do que os vegetais pois suas transformações são muito lentas para que possam ser notadas em poucos dias ou meses. De qualquer modo, o tempo é implacável, mesmo com a mais resistente das rochas. E isso acontece com as montanhas, com os continentes, e com a Terra como um todo. “[...]em Geologia, nunca observamos os próprios eventos antigos, apenas seu efeito nas substâncias naturais da Terra” (Eicher, 1969, p.15). As transformações nos elementos componentes de determinada paisagem, mesmo lentas, mas constantes, modificam-nas radicalmente. Mesmo sendo modificadas, as paisagens carregam em si a memória daquilo que aconteceu com o passar do tempo. É essa memória que precisamos resgatar, principalmente ao trabalhar os conteúdos de Geologia nas escolas.

Considerações finais

Certamente, a temática do Tempo Geológico é complexa, como é complexa a história da Terra. O que também é inegável é a importância da

compreensão do conceito na condição de chave de leitura da paisagem natural que nos cerca e que tanto nos deslumbra – e nos identifica – quando nela vivemos e a ela voltamos nossa admiração e reflexão. A partir da noção de Tempo Geológico podemos compreender o poder das pequenas e constantes mudanças nas paisagens paralelamente às mudanças drásticas e repentinas causadas por terremotos, erupções vulcânicas, chuvas torrenciais ou outros fenômenos geológicos e climáticos de grande magnitude.

Apesar da importância do conceito focalizado na compreensão da paisagem terrestre, inclusive considerando-o como determinante na compreensão da evolução das espécies vivas, constatamos que a ele não se dá o devido espaço no currículo escolar. Em se tratando de estruturação dos conteúdos da área de Ciências da Natureza, a Base Nacional Comum Curricular aponta uma significativa lista de temas vinculados à Geologia que precisam ser trabalhados nas aulas. Porém, tanto a verificação em livros didáticos quanto os depoimentos, acima referidos, de certo grupo de professores e de pesquisadores, apontam a carência dos conteúdos nos materiais de apoio ao ensino, bem como a falta de preparo dos educadores para trabalhar com temas da Geologia.

Parece haver, ainda, um grande desafio na divulgação e na promoção dos conteúdos da Geologia na Educação Básica. Se considerarmos que a educação tem sucesso na medida em que os alunos se envolvem com problemas de investigação que lhes despertam a curiosidade e o espírito investigativo, certamente a Geologia tem muitos temas capazes de maravilhar e envolver os estudantes na tarefa de compreender o mundo ao seu redor. Uma necessidade cada vez mais premente diante dos desafios da sustentabilidade humana.

Taxonomia CRediT: • Contribuição dos autores: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise formal; Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – rascunho original; Escrita – revisão & edição – Leandro Carlos Ody. Conceitualização; Administração do projeto; Recursos; Supervisão; Escrita – revisão & edição: Rualdo Menegat. Investigação; Metodologia; Validação; Visualização; Escrita – revisão & edição.

• Conflitos de interesse: Os autores certificam que não têm interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito. • Aprovação ética: Não aplicável. • Disponibilidade de dados e material: Disponível no próprio texto. • Financiamento: Não aplicável.

Referências

Allègre, C. (1988). *A Espuma da Terra*. Lisboa: Gradiva. 399p.

Ariès, P. (1986). *O tempo da história*. Rio de Janeiro: Francisco Alves. 265 p.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC. URL: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso

15.06.2023.

Burnet, T. (1719). *The sacred theory of the Earth*. 4 ed.

Londres, printed for John Hooke. 406p. URL:

<https://archive.org/details/sacredtheoryeart02burn/page/328/mode/2up?ref=ol&view=theater>.

Acesso 09.06.2023.

Carneiro, C. D. R., Toledo, M. C. M. de, & Almeida,

- F. F. M. de. (2004). Dez motivos para a inclusão de temas de Geologia na Educação Básica. *Revista Brasileira de Geociências*. 34(4), 553-560. doi: 10.25249/0375-7536.2004344553560.
- Cervato, C., & Frodeman, R. (2015). A importância do Tempo Geológico: desdobramentos culturais, educacionais e econômicos. Campinas, SP, *Terra Didática*, 10(1), 67-79. doi: 10.20396/td.v10i1.8637389.
- Chassot, A. (2016). *Das disciplinas à indisciplina*. Curitiba: Appris. 238p.
- Claval, P. (1999). *A geografia cultural*. Florianópolis: Editora da UFSC. 453p.
- Comins, N.F. & Kaufmann III, W.J. (2010). *Descobrendo o universo*. 8. ed. Porto Alegre: Bookman. 557p.
- Compiani, M. (2005). Geologia/Geociências no Ensino Fundamental e a Formação de Professores. São Paulo: *Geol. USP Publ. Espec.*, 3, 13-30. URL: <https://www.revistas.usp.br/gusppe/article/view/45367>. Acesso 07.10.2023.
- Cuvier, G. (1945 [1825]) *Discurso sobre as Revoluções da Superfície do globo e sobre as mudanças que elas ocasionaram no reino animal*. [Trad. do francês por Francisco Ferreira de Abreu] São Paulo: Cultura. 320p.
- Demo, P. (2010). *Educação e alfabetização científica*. Campinas: Papyrus. 254p.
- Dewey, J. (1959). *Democracia e Educação: introdução à Filosofia da Educação*. 3 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 416p.
- Eicher, D. L. (1969). *Tempo geológico*. São Paulo: Edgard Blücher. 173p.
- Elias, N. (1989). *Sobre el tiempo*. México, Fondo de Cultura Económica. 217p.
- Fernández-Armesto, F. (2000). *Civilizations*. London: Macmillan. 636p.
- Freire, P. (2011). *A importância do ato de ler: em três artigos que se complementam*. 51. ed. São Paulo: Cortez. 102p.
- Freire, P. (2004). *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 213p.
- Fyfe, W. (2004). Desenvolvimento sustentável e conhecimento do planeta Terra: perspectivas para o século XXI. In: Menegat, R., Almeida, G. (2004). *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades*. Porto Alegre, Editora da UFRGS, pp. 303-324.
- Giacomini, U. (1985). Nuevos aspectos de la cosmología. In: Geymonat, L. (1985) *Historia del pensamiento filosófico y científico. Siglo XX (II)*. Barcelona: Ariel. pp. 463-492.
- Goncalves, P. W., Sicca, N. A. L. (2018). Integração curricular baseada no lugar e na cidade para contextualizar conceitos científicos universais. *Plures Humanidades*, 19, 449-462.
- Goncalves, P. W., Sicca, N. A. L. (2006). Ciclo del agua y tiempo geológico en el ambiente urbano. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14, 71-74.
- Goncalves, P. W. (1999). Como foi formado o conhecimento da Terra? Uma aproximação sobre os estudos de James Hutton sobre a Terra. *Cadernos do IG/UNICAMP*, Campinas, v. 7, n.1-2, p. 145-166.
- Gould, S. J. (1991). *Seta do tempo, ciclo do tempo: mito e metáfora na descoberta do Tempo Geológico*. São Paulo: Companhia das Letras. 221p.
- Gould, S. J. (1993). *Um ouriço na tempestade: ensaios sobre livros e ideias*. Lisboa: Relógio D'água. 298p.
- Greenblatt, S. (2012). *A virada; o nascimento do mundo moderno*. São Paulo: Companhia das Letras. 291p.
- Gregory, K. J. (1985). *A natureza da geografia física*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 367p.
- Hagner, A. F. (1970[1963]). Aspectos Filosóficos de las Ciencias Geológicas. In: Albritton Jr., C. C. (Ed.). (1970[1963]). *Filosofia de la Geologia*. México: Companhia Editorial Continental. p. 295-305.
- Hallan, A. (1989). *Great geological controversies*. 2 ed. New York: Oxford University Press. 244p.
- Hawking, S. (1988). *Uma breve história do tempo: do big bang aos buracos negros*. Rio de Janeiro: Rocco. 262p.
- Hutton, J. (1994 [1788].) *Theory of the Earth*. Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 1, 209-305 (fac-símile), Kessinger Publishing's.
- Koselleck, R. (2001). *Los estratos del tiempo: estudios sobre la historia*. Barcelona: Paidós. 154p.
- Koyré, A. (1986). *Galileu e Platão*. Lisboa: Gradiva. 89p.
- Kreps, E. A. (2021). *Ciências da Natureza na Base Nacional Comum Curricular na perspectiva dos professores de Ciências das Escolas Municipais de Erechim/RS*. 2021. Erechim: Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim. (Dissert. Mestrado Profissional em Educação). 164p. URL: <https://rd.uffrs.edu.br/handle/prefix/4645>. Acesso 20.08.2023.
- Laudan, R. (1987). *From mineralogy to geology*. Chicago: Chicago University Press. 323 p.
- Le Goff, J. (1997). Calendário. In: *Enciclopédia Einaudi, Memória História*, v.1. Lisboa: Imprensa Nacional. p. 260-292.
- Ledrut, R. (1998). O homem e o espaço. In: Poirier, J. (Dir.) (1998). *História dos costumes: O tempo, o espaço e os ritmos*. v.1. Lisboa: Estampa. pp.55-90.
- Mayr, E. (2004). *What makes biology unique? Considerations on the Autonomy of a scientific discipline*. Cambridge: Cambridge University Press. 246 p.
- Mayr, E. (1998[1982]) *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: Universidade de Brasília. 1.007p.
- Menegat, R. (2008). A Invenção da Terra moderna por René Descartes: a difícil revolução científica das esferas terrestres. Rio de Janeiro, *Boletim de Geociências da Petrobras*, v.16, n.2, p. 421-453.
- Menegat, R. (Org.). (2008). *Visões da Terra: entre deuses e máquinas, qual o lugar da humanidade no mundo em que vivemos*. Porto Alegre, Museu da Ufrgs, 96p.
- Menegat, R. (2006.) *A matriz do lugar na interpretação das cidades incas de Machu Picchu e Olantaytambo: um estudo de ecologia de paisagem e a reconstrução dos processos civilizatórios*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Tese Dout. Ciências). 365p.
- Molet, I. (1998a). O ano religioso, a festa e os ritmos do tempo. In: Poirier, J. (Dir.) (1998). *História dos costumes: o tempo, o espaço e os ritmos*. v.1. Lisboa: Estampa. pp.193-290.
- Molet, I. (1998b). História do cômputo e de alguns calendários. In: Poirier, J. (Dir.) (1998). *História dos costumes: o tempo, o espaço e os ritmos*. v.1. Lisboa:

- Estampa. pp.131-192.
- Mumford, L. (1963). *Technics and civilization*. New York: Harcourt, Brace & World Inc. 495p.
- Mumford, L. (1967). *The myth of the machine: technics and human development*. v.1. New York: Harcourt, Brace & World Inc. 342p.
- Mumford, L. (1970). *The myth of the machine: the pentagon of power*. v.2. New York: Harcourt, Brace & World Inc. 496p.
- Murphy, P., Doherty, P. (2000). *Traces of time: the beauty change in nature*. San Francisco: Chronicle Books. 120p.
- Naveh, Z., Lieberman, A.S. (1994). *Landscape ecology: theory and application*. 2 ed. New York: Springer-Verlag. 360p.
- Ody, L.C. (2005). *Teoria e História na Geologia*. Florianópolis: Departamento de Filosofia, Universidade Federal de Santa Catarina. (Dissert. Mestrado). URL: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102454>. Acesso 10.11.2022. 105p.
- Oldroyd, D. (1996). *Thinking about the Earth: A history of ideas in Geology*. Boston: Harvard. 440p.
- Peloggia, A. (1998). *O homem e o ambiente geológico*. São Paulo, Xamã, 271 p.
- Penzias, A. A., & Wilson, R. W. (1965). A Measurement of excess antenna temperature at 4080 Mc/s. *The Astrophysical Journal*, 142(1), 419-421.
- Prigogine, Y. (1992). *Instabilidade marca a passagem do tempo*. São Paulo: Folha de São Paulo, Caderno Especial (12.01.1992), p. 04.
- Ray, C. (1991). *Tempo, espaço e filosofia*. Campinas: Papirus, 311 p.
- Regalía, D. A., Bonan, L., & Gonçalves, P. W. (2019). Un abordaje integrador y sistémico de las Ciencias Naturales para la alfabetización científica: el ejemplo de la historia del tiempo geológico. *História da ciência e ensino: construindo interfaces*, 20, 3-17.
- Repcheck, J. (1999). *The man who found time: James Hutton and the discovery of the Earth's antiquity*. Cambridge, Perseus, 247 pp.
- Richet, P. (1999). *A idade do mundo: a descoberta da imensidão do tempo*. Lisboa, Inst. Piaget. 421p.
- Richet, P. (2007). *A natural history of time*. Chicago, University of Chicago Press. 471p.
- Rossi, P. (1989). *A ciência e a filosofia dos modernos*. São Paulo: Ed. UNESP. 389p.
- Rossi, P. (1992). *Os sinais do tempo: história da Terra e história das nações de Hooke a Vico*. São Paulo: Companhia das Letras. 387p.
- Rossi, P. (2010). *O passado, a memória, o esquecimento: seis estudos da história das ideias*. São Paulo, Ed. UNESP. 238p.
- Rudwick, M. J. S. (2007). *Bursting the limits of time: the reconstruction of geohistory in the Age of Revolution*. Chicago, University of Chicago Press. 732p.
- Rudwick, M. J. S. (2010). *Worlds before Adam: the reconstruction of geohistory in the Age of Reform*. Chicago, University of Chicago Press. 648p.
- Rudwick, M. J. S. (2014). *Earth's deep history: how it was discovered and why it matters*. Chicago, University of Chicago Press. 371p.
- Ryabchikov, A. (1975). *The changing face of the Earth: the structure and dynamics of the geosphere, its natural development and the changes caused by man*. Moscou: Progress Publ. 205p.
- Santos, M. (1999). *A natureza do espaço: técnica e tempo; razão e emoção*. 3 ed. São Paulo, Hucitec. 308p.
- Sasseron, L. H., & de Carvalho, A. M. P. (2016). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77. URL: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso 18.11.2023.
- Schneer, C. C. (1960). *The search for order: the development of the major ideas in the physical sciences from the earliest times to the present*. New York, Harper. 398p.
- Serres, M. (Ed.). (1996). *Elementos para uma história das Ciências: III. Da nova geologia ao computador*. Lisboa: Terramar. pp. 7-27
- Shaldrake, R. (1995). *The presence of the past*. Rochester, Park Street Press, 391 p.
- Szamosi, G. (1986). *Tempo e espaço: as dimensões gêmeas*. Rio de Janeiro, Zahar, 277 p.
- Teixeira, W. *Tempo geológico: a história da Terra e da vida*. Tópico 11. p.234-264. URL: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5415861/mod_resource/content/1/Geologia%20-%20T%C3%B3pico%2011%20-%20Tempo%20Geol%C3%B3gico%20-%20A%20Hist%C3%B3ria%20da%20Terra%20e%20da%20Vida%20%28geologia_top11%29.pdf. Acesso 02.09.2022.
- Thomas, W.L., Mumford, L., Sauer, C.O. (1956). *Man's role in changing the face of the Earth*. Chicago: Chicago University Press, v.1, 448 p.; v.2. 740 p.
- Toymbee, A. (1995). *A study of history*. New York, Barnes & Noble Books, 576 p.
- Tudge, C. (1997). *The time before history: 5 million years of human impact*. New York, Touchstone. 366p.
- Weinberg, S. (1987). *Os três primeiros minutos: uma visão moderna da origem do universo*. Lisboa, Gradiva. 243p.
- Wertheim, M. (2001). *Uma história do espaço de Dante à Internet*. Rio de Janeiro, Zahar, 238 p.
- Whitrow, G. J. (1993). *O tempo na história: concepções sobre o tempo da pré-história aos nossos dias*. Rio de Janeiro, Zahar. 242p.