

História da Ciência veiculada por meio de livros textos de Ciências da Terra

History of science inside text books of Earth sciences

Pedro Wagner Gonçalves

Universidade Estadual de Campinas, Ensino e História de Ciências da Terra
pedrog@ige.unicamp.br

Natalina Aparecida Laguna Sicca

Centro Universitário Moura Lacerda, Mestrado em Educação
nalsicca@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho investiga a presença, abordagem e problemas discutidos de História da Ciência e ciência, tecnologia e sociedade em livros texto de Ciências da Terra utilizados no ensino superior. O objetivo principal é identificar a ênfase e os tópicos mais explorados de História da Ciência nestas obras e a existência de vínculos com ciência, tecnologia e sociedade. Adota-se uma metodologia de pesquisa qualitativa (análise de conteúdo) para interpretar um quadro diacrônico de livros texto visando perceber mudanças na perspectiva de História da Ciência. A pesquisa mostra que a História da Ciência enfatizada é factual, sublinha personagens importantes e descobertas e instrumentos de pesquisa relevantes para o conhecimento científico atual. Há aumento da abrangência e do escopo do conhecimento sobre o planeta, mas não é acompanhado de mudanças significativas na concepção de História da Ciência.

Palavras chave: História da Ciência, Ensino de Geociências, livros texto, pesquisa qualitativa

Abstract

This work searches for the presence, approach and discussed problems of History of Science and science, technology and society inside textbooks for Earth sciences. The collected books are to university level. The main aim is to identify the emphasis and the subjects more stressed of history of science and to look for connections with science, technology and society. We use the qualitative research to understand the meaning and changes of history of science. The analysis of content shows up a factual, personal e strongly fragmented history of science. This history only shows up what is important to nowadays knowledge. There is a spreading of subject in Earth sciences in the books however the history of science does not change because it.

Key words: History of science, teaching of Earth sciences, text books, qualitative research

Introdução

Este trabalho apresenta resultados da análise de como livros textos veiculam História da Ciência e como esta encontra-se vinculada a problemas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O alvo do estudo foi obras de Ciências da Terra utilizadas em diferentes épocas para o ensino superior. Destaca-se que os livros textos têm norteado o currículo e neste sentido a análise dos mesmos apresentam indícios do conhecimento sobre Ciências da Terra que é veiculado na graduação.

A História da Ciência permite identificar indícios de como a produção científica foi interpretada e veiculada nas obras, o que foi imaginado ser os nexos sociais, econômicos, éticos do trabalho científico e seu papel social e tecnológico.

Desde a década de 1970, os trabalhos de Paul Hurd enfatizam a necessidade de reflexão cívica da Educação em Ciências. O esforço de aproximar os conceitos de alfabetização científica e CTS acham-se presentes em diferentes trabalhos do autor e é amplamente reconhecido pela literatura (p.ex., ver Hurd, 1998).

Pedretti e Nazir (2011) procuram resumir as principais tendências da Educação em Ciências que se agrupam em torno das abordagens de CTS. Os caminhos em termos de temas e formas de implementação nas escolas é muito variado. Isto ajudou a fornecer índices que facilitam diagnosticar a presença de elementos típicos da CTS veiculados pelos livros texto das Ciências da Terra. Os autores notaram que do movimento iniciado na década de 2000 emergiu a abordagem sócio-científica (SSI) e os estudos do futuro. Estes compartilham princípios, visões e pedagogias da educação em Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA).

Besson e Ambrosis (2014) exemplificam o esforço de tratar um tema central do conhecimento da natureza (energia) sob o enfoque da CTSA. Mostram que aprender este complexo conceito físico pode estar associado aos aspectos de preservação do meio ambiente e das implicações sociais e éticas do uso do conhecimento científico.

Estas conexões dos aspectos sociais, econômicos, éticos da Educação em Ciências encontra espaço privilegiado de intercâmbio com Ciências da Terra. Mas é preciso notar que os índices que mostram a presença destes elementos nos livros, bem como seus nexos com História da Ciência revelam a predominância das ideias de ciência aplicada, ou seja, tratam de aspectos ambientais, de engenharia, de mineração. Mas é necessário perguntar se há silêncio sobre implicações éticas ou políticas do uso do conhecimento científico para tratar do uso de recursos naturais ou da ocupação do espaço urbano e rural.

Os livros textos usualmente são considerados relevantes para formação dos alunos. Neste momento não dispomos de levantamento que mostre como professores de Ciências da Terra usam livros texto no ensino, mas temos uma aproximação a partir de enquete feita por Megid e Fracalanza (2003) sobre os usos que os professores fazem do livro didático de Ciências. O estudo mostrou que os professores usam vários livros para planejar o ano letivo, bem como para preparar suas aulas; livros servem para estudo dos próprios alunos e os professores usam desde textos, figuras, gráficos, etc., mas o livro do aluno também é utilizado para complementar o conhecimento do próprio professor. Isso sugere que nas Ciências da Terra o uso do livro não deve ser tão diferente.

Se pensarmos mais especificamente na História da Ciência, Gonçalves (2005) analisou o livro de Ciências da Terra mais usado na época no Brasil. Concluiu que História da Ciência é um

tema muito restrito dentro da obra didática e é tratado em poucos capítulos.

Neste trabalho pretendemos ampliar o espectro de livros examinados tanto no número de obras, quanto no período de tempo das publicações.

Trabalhos, tais como, Carneiro, Almeida e Toledo (2004) ou Pedrinaci et al. (2013) alinham a relevância de compreender o funcionamento do planeta ao tratar a História da Ciência, os aspectos aplicados (voltados para compreender os recursos naturais e o futuro da crise ambiental) a procedimentos e habilidades cognitivas e afetivas. Há um esforço de mostrar como História da Ciência ajuda a desenvolver uma flexibilidade de raciocínio e uma ideia mais realista, humana e contextualizada do conhecimento científico.

Desta forma, a base de referência deste trabalho está ligada à tradição curricular interpretada a partir de livros de ensino de Ciências da Terra. É possível depreender a orientação planejada por autores e editores em termos dos aspectos mais enfatizados dos programas e especialmente da História da Ciência.

O objetivo deste trabalho é, portanto, expor uma aproximação entre História da Ciência e Ciência, tecnologia e sociedade. Trata-se de indicar como este campo de conhecimento foi formalizado dentro das obras de Ciências da Terra.

Procedimentos metodológicos

Em termos amplos esta pesquisa se situa dentro de pesquisas qualitativas que examinam o significado de textos escritos. É um tipo de análise de conteúdo que trabalha com raciocínios indutivos para determinar o alcance de abrangência dos textos para compreender certas tendências curriculares e programáticas presentes em livros texto. A referência principal que orientou o tipo de análise de conteúdo e a abordagem qualitativa para construir sucessivas camadas de interpretação foi Gibbs (2008). Os passos acompanharam as sugestões de Bogdan e Biklen (1982).

Gibbs (2008) mostra como a análise de conteúdo pode ser empregada e qual sua potencialidade se adotarmos uma perspectiva de interpretações sucessivas com grau de aprofundamento crescente. Trata-se de ciclos reflexivos ao se debruçar sobre informações primárias dirigidas para construir, de modo indutivo, núcleos de significados. Estes núcleos podem ser interpretados tanto pelo que dizem, quanto pelas ausências e lacunas. Este modo flexível de construir dados vai ajudar nas interpretações dos materiais examinados.

Colhendo de Gibbs (2008) esta ideia de ciclo de interpretação foi possível aproximar das sugestões de estudos documentais comuns na pesquisa qualitativa caracterizada por Bogdan e Biklen (1982).

O levantamento de livros texto não foi exaustivo, embora tenha sido significativo. Buscamos cobrir uma amplitude temporal relevante (do início do século XX até 2009). Houve um privilégio para obras editadas no Brasil, mas o levantamento alcançou materiais anglo saxônicos (dos EUA e Reino Unido), Espanha, Itália e França. Diante de um quadro de 50 títulos, houve uma valorização para aqueles que foram trazidos e usados no nosso País.

Em cada um dos livros examinados, o capítulo foi adotado como unidade de análise. O passo seguinte foi identificar a presença de tópicos, conjuntos de parágrafos, itens e subitens que fazem referência direta à História da Ciência. Na mesma unidade de análise, o capítulo, buscou-se identificar a presença de aspectos aplicados do conhecimento como indicador preliminar de alguma conexão com ciência, tecnologia e sociedade. Este tipo de exame de livro didático encontra em Amaral (1981) uma ideia básica para examinar livros texto.

Depois de identificar a presença dos tópicos, passou-se a leitura mais profunda e interpretação. Isto basicamente corresponde a preparar uma descrição de como os dois elementos foram veiculados nas obras (acompanhando as sugestões de Gibbs, 2008). De cada livro foi elaborada a síntese do conteúdo veiculado indicando ênfases, importância relativa dentro da obra e caracterização do tipo de abordagem enfatizada.

Que tipo de História da Ciência é veiculada pelo Ensino de Ciências da Terra

No debate e pesquisa atuais de Ensino de Ciências é admitido que existem certas tendências e perspectivas estruturantes das formas de refletir sobre o ensino e a aprendizagem. Estas praticamente acham-se imbricadas com problemas cognitivos, ensino aprendizagem e relações de tecnologia e sociedade. Mas de onde vieram tais preocupações e porquê hoje nos parecem naturalizadas como se sempre estivessem presentes no ensino? E se são tão comuns e naturalizadas, por que não foram claramente incorporadas às práticas curriculares dos professores de Ciências? Nosso alvo é restrito às Ciências da Terra mas apesar de suas peculiaridades, sustentam um campo de intercâmbio com as demais ciências naturais e experimentais.

As questões e os desafios são mais complexos do que parecem se tentamos responder estas perguntas tomadas em sua totalidade. Decidimos, assim, recuperar as tendências de currículos e programas a partir da sua cristalização planejada por meio de livros texto do ensino superior. Como tentamos expor anteriormente tomamos obras que foram relevantes para constituir o ensino de Ciências da Terra do Brasil.

No Ensino de Ciências da Terra, História da Ciência é um tema sistematicamente reiterado. Pode-se dizer que na introdução dos estudos que tratam do planeta como um todo, bem como nos estudos das áreas específicas dessas ciências, é parte da tradição curricular abordar as principais descobertas, os personagens marcantes, o avanço dos dispositivos e equipamentos de pesquisa. O influente livro de Arthur Holmes (*Principles of Physical Geology*, primeira edição de 1944) marca a delimitação do campo no qual se situou por décadas os estudos da Terra. O livro foi dividido em três partes: uma parte introdutória dedicada à Mineralogia, Petrologia e Paleontologia, uma segunda parte que trata de dinâmicas externas e a terceira de dinâmicas internas. Esta visão foi mantida nas três edições em que o livro veio ao público até 1979. A estrutura da obra é a continuação da tradição histórica que remonta o fim do século XVIII e início do XIX seguindo as fórmulas metodológicas de James Hutton e Charles Lyell, imitando inclusive o título do livro mais famoso de Lyell e, além disto, trazendo uma hipótese inovadora para época, a expansão do fundo oceânico decorrente de células de convecção do manto.

Acompanhando a mesma tradição de delimitação de conteúdo, muitos outros livros de texto foram escritos. Assinalamos aqui o texto de Victor Leinz e Sergio Estandislau do Amaral (*Geologia Geral*, primeira edição de 1962 e editado até a sétima edição de 1978 – esta reimpressa até nossos dias). Trata-se do primeiro livro publicado depois da reabertura dos cursos de Geologia no Brasil em 1960. De certo modo é uma adaptação para casos e situações brasileiras de um texto organizado pelas mesmas três partes da obra Holmes. O livro manteve um capítulo introdutório de História da Ciência.

No livro de Holmes e no de Leinz e Amaral, a História da Ciência é apresentada por meio da citação de descobertas e feitos de personagens históricos que remontam à antiguidade clássica grego-romana. Incluem descobertas do Renascimento e alcançam o estabelecimento da Geologia como ciência moderna no início do século XIX. Esta abordagem factual privilegia

cientistas considerados no presente relevantes para nosso moderno conhecimento da Terra.

Nesta tradição programática e curricular, encontramos verdadeiras enciclopédias de termos apresentados como livros texto. Em outros termos, a tendência dominante é de valorização da terminologia. O domínio da linguagem especializada é tomado como central para o ingresso no conhecimento da Terra.

Apesar de ser possível identificar uma certa cristalização da abrangência de conteúdo dos livros texto de Ciências da Terra, bem como as notórias diferenças entre os livros anglo saxônicos e os da Europa continental, o início da década de 1960 abalou sobretudo esta delimitação dos conteúdos. Incluir todos os aspectos das novas tendências vai além desta exposição, gostaríamos apenas de indicar o surgimento de uma ciência mais abrangente e claramente sistêmica (p.ex.. Arthur Strahler publica em 1963 o seu *The Earth Sciences*), uma abordagem fortemente ambiental e aplicada (p.ex., o livro *Focus on environmental geology* organizado por Ronald Tank).

Nos limites desta exposição, enfatizamos as mudanças da tradição curricular representadas pelo desenvolvimento do currículo, programa e orientação para a prática do professor implementada pelo de *Investigating the Earth*, 1967, conduzido pelo grupo norte-americano Earth Science Curriculum Project. Trata-se de uma tentativa de dar conta de todas as condições necessárias para suprir necessidades de professores (carentes de formação na área específica), de alunos (com as questões essenciais do conhecimento geológico) e das práticas e laboratórios (fornecendo todo material didático necessário para atividades experimentais).

Pela sua difusão e penetração editorial no País de origem (EUA) e pela adaptação brasileira, vale a pena identificar quais foram os aspectos inovadores deste programa de Ciências da Terra (ver ESCP, 1978). Quais foram os tópicos incluídos no livro e ausentes nos livros mais tradicionais? Astronomia, Geodésia, Meteorologia, Oceanografia, Hidrologia e, o que correspondia à tradição dos livros de Ciências da Terra, o estudo da Terra sólida (Geologia). Tal estrutura era um impulso que procurava amalgamar diversos ramos e métodos de pesquisa para resolver problemas complexos das Ciências da Terra. Sua orientação fortemente sistêmica elegeu a ideia de universalidade da transformação como eixo organizador do programa e construiu os assuntos apoiados nos fluxos de matéria e energia. A valorização metodológica da descoberta, conduziu a definir História da Ciência como um eixo prioritário de organização de todos os tópicos tratados pela obra.

Mas uma das mais significativas rupturas com a tradição curricular das Ciências da Terra foi a ausência de ligações do ensino com os campos aplicados, principalmente a mineração e os vínculos dos estudos da Terra com obras de engenharia. Os textos tradicionais da Geologia sempre mantiveram um forte nexos com a formação de jazidas minerais e com os problemas da Engenharia que requerem o conhecimento sobre processos e materiais terrestres (pode-se observar isto, p.ex., no livro de Branner publicado em 1906 que pode ser considerado o primeiro livro escrito apoiado na Geologia do Brasil e destinado a estudantes brasileiros – as obras anteriores eram traduções com, ou sem capítulos dedicados à Geologia do Brasil).

A História da Ciência do ESCP é fortemente factual. Sua exposição é absolutamente padronizada, exposta em quase todos os capítulos, tratando de personagens ou descobertas relevantes para o conhecimento atual, ou seja, aquele que é veiculado pelo livro. Pretende conduzir o leitor a despertar o interesse e a curiosidade pela ciência. Os personagens enfatizados são tratados como *pais* da ciência.

Fez parte desta ruptura programática privilegiar procedimentos para observar, descrever e experimentar com materiais terrestres e suas transformações. A terminologia deixou de ser central no domínio do conhecimento, as atitudes e os comportamentos diante dos fenômenos

do planeta tornaram-se o caminho para compreender as Ciências da Terra.

O esforço de renovação dos currículos e programas de Ciências da Terra acompanhou as iniciativas que buscavam incentivar o interesse das crianças e adolescentes para as ciências naturais, analíticas e experimentais. Apoiado pelo National Science Foundation ao lado dos novos programas para Matemática, Biologia, Física, Química.

Na segunda metade da década de 1970, praticamente todas estas iniciativas sofreram cortes de recursos e vários programas acabaram sendo interrompidos. Houve elementos compartilhados entre esses programas renovadores do Ensino de Ciências e já foram fortemente criticados por muitos autores (falta de contexto profissional da ênfase da descoberta, poucos vínculos com campos aplicados do conhecimento, ideia fortemente neutra da pesquisa e do contexto da descoberta científica, etc.). Mas um ponto precisa ser assinalado neste trabalho, um resultado da crítica aos programas e cursos renovadores foi fazer emergir as preocupações de nexos entre ciência e seus aspectos aplicados, bem como o lado *metodológico* do conhecimento, ou seja, houve valorização dos nexos da ciência com a História e Filosofia. Em outros termos, houve um aumento da reflexão e pesquisa sobre História da Ciência e suas aproximações com ensino.

A medida que História da Ciência se tornou mais comum nos debates, estudos e pesquisas de Ensino de Ciências, houve uma ampliação de possibilidades para construir relações entre os dois campos. Ao mesmo tempo, o assunto se tornou parte de fóruns, currículos e propostas curriculares e periódicos. P.ex., Cachapuz, Praia e Jorge (2002) buscaram articular as questões psicológicas e cognitivas do Ensino de Ciências com História e Epistemologia das Ciências. Ao invés de privilegiar uma História da Ciência de fatos e personagens, enfatizam a importância da mudança histórica de teorias como resultado da atividade humana. Esta sugestão, que acompanhava uma mudança do Currículo Nacional de Portugal, visava dar uma ideia mais realista de ciência e de contexto histórico para o conhecimento científico.

O aumento das possibilidades de como articular o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos e História da Ciência também alcançou as Ciências da Terra. P.ex., Marques (1996) enfatiza que História da Ciência permite tratar as controvérsias, diferenças entre escolas científicas, etc. e dá como exemplo a história da teoria da tectônica de placas, defende ele que isto contribui para os alunos compreenderem melhor a ciência.

Às sete razões listadas por Matthews (1994, p.49-50) para o Ensino de Ciências incorporar História da Ciência: história promove a melhor compreensão dos conceitos e métodos científicos; abordagens históricas vinculam o desenvolvimento do pensamento individual ao desenvolvimento das ideias científicas; História da Ciência é intrinsecamente relevante porque trata de episódios importantes da ciência e da cultura (revolução científica, darwinismo, descoberta da penicilina) e portanto devem ser familiares para todos os estudantes; história é necessária para compreender a natureza da ciência; história contrapõe o cientificismo e o dogmatismo que frequentemente caracterizam as aulas e os textos de ciências; história humaniza o objeto das ciências ao examinar a vida e a época de cientistas; história admite que nexos entre tópicos e disciplinas das ciências, bem como relações com outras disciplinas, a história torna-se, assim, um elemento para integrar assuntos, são algo gerais. Embora no texto o autor deixe claro que ele tem noção que há mais de uma abordagem para tratar a História da Ciência, de fato, pouco avança sobre o alcance de cada perspectiva e suas potencialidades de ensino.

Mas as considerações sobre História da Ciência expostas acima são muito gerais e quando nos voltamos para os livros texto de Ciências da Terra percebemos que mesmo estas sugestões são fracamente incorporadas.

Tomamos o exemplo do livro de Teixeira et al. (2008), *Decifrando a Terra* (primeira edição de 2000 com mais 20.000 exemplares vendidos nos últimos anos). O texto exemplifica uma atualização do texto de Leinz e Amaral (1978). A abrangência de temas inclui Geologia, Climatologia, Astronomia e astrofísica, ou seja, o escopo da obra dá ideia da Terra como um todo e sua situação no universo. A ampliação de conteúdos e métodos de pesquisa iniciados na década de 1960 passou a ser o padrão dos livros voltados à Geologia Introdutória.

Em Teixeira et al. (2009), História da Ciência não é um assunto difundido pelos mais 30 capítulos do livro, de outro lado, um tratamento de questões aplicadas e ambientais acha-se presente como enfoque secundário de muitos capítulos e recebe especial atenção de capítulos específicos.

Apesar da História da Ciência ser um assunto secundário dentro deste livro, em um capítulo é o tema principal (capítulo que explica a escala do tempo geológico), ou seja, os conceitos geológicos são organizados e articulados pela teia histórica. Trata-se de uma sequência linear de descobertas, ênfase para os personagens centrais e para o avanço progressivo das técnicas e instrumentos de medição do tempo desde o século XVIII até o XX.

O que podemos sintetizar sobre o que foi encontrado de História da Ciência e ciência, tecnologia e sociedade

Nos debates, pesquisas, estudos e reflexões de Ensino de Ciências da Terra é possível identificar a preocupação de incluir História da Ciência. Esta muitas vezes é tratada em conjunto com conceitos e explicações ambientais (com ênfase nos problemas de impacto ambiental das atividades sociais e econômicas).

Apesar disto, autores e editores de livros texto de Ciências da Terra não foram sensíveis diante destas preocupações educativas e em termos gerais mantiveram as orientações tradicionais em História da Ciência.

Referências

AMARAL, Ivan. **O Conteúdo e o Enfoque dos Livros de Geologia Introdutória**. São Paulo: 1981. Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado (Geologia Geral e de Aplicação). 259p.

BESSON, Ugo; AMBROSIS, Anna de. Teaching energy concepts by working on themes of cultural and environmental value. **Science and Education**, v.23, n.6, p.1309-1338, 2014.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Qualitative research for education: an introduction to theory and methods**. Boston: Allyn and Bacon, 1982. 343 p.

BRANNER, John C. **Geologia elementar preparada com referência especial aos estudantes brasileiros e a geologia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1915. 396p.

CACHAPUZ, António; PRAIA, João; JORGE, Manuela. **Ciência, educação em ciência e ensino das ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002. 353p.

CARNEIRO, Celso D.R.; TOLEDO, Maria C.M. de; ALMEIDA, Fernando F.M. de. Dez motivos para inclusão de temas de Geologia na educação básica. **Revista Brasileira de Geociências**, v.34, n.4, p.553-560, dez. 2004.

ESCP (Earth Science Curriculum Project). **Investigando a Terra: Guia do professor**. São

Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1978. v.1: 572p.

GIBBS, Graham R. **Analysing qualitative data**. Wiltshire (RU): The Cromwell Press, 2008. 160p.

GONÇALVES, P.W. Indicadores da presença de conteúdos de História e Filosofia da Ciência em livro de texto de Geologia Introdutória. **Ciência e Educação**, v.11, n.1, p.41-52, 2005.

HOLMES, Arthur. **Principles of Physical Geology**. London: T. Nelson & Sons, 1944. 632 p.

HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, Jun. 1998.

LEINZ, Victor; AMARAL, Sérgio E. do. **Geologia geral**. São Paulo: Editora Nacional, 1963. 475p.

MARQUES, Luís. Construcción del conocimiento científico, algunos ejemplos de geociencias. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v.4, n.1, p.4-12, jul. 1996.

MATTHEWS, Michael R. **Science teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994. 287p.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v.9, n.2, p.147-157, 2003.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v.95, n.4, p.601-626, Jul. 2011.

PEDRINACI, Emilio et al. Alfabetización en Ciencias de la Tierra. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v.21, n.2, p.117-129, 2013.

STRAHLER, Arthur. **The Earth sciences**. New York: Harper & Row, 1963. 681p.

TANK, Ronald W. (Ed.). **Focus on environmental geology**. New York: Oxford University Press, 486p.

TEIXEIRA W., TOLEDO M.C.M.de, FAIRCHILD T.R., TAIOLI F. **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 2008. 557p.