

Elementos para análise da Natureza da Ciência em livros didáticos de Ciências

Elements for analysis of the Nature of Science in brazilian textbooks

Guilherme Mulinari

Universidade Federal de Santa Catarina
guilherme.mulinari@gmail.com

Larissa Zancan Rodrigues

Universidade Federal de Santa Catarina
larissazancan@yahoo.com.br

Vilmarise Bobato Gramowski

Universidade Federal de Santa Catarina
vilmarise.bg@gmail.com

Adriana Mohr

Universidade Federal de Santa Catarina
adriana.mohr.ufsc@gmail.com

Resumo

Esta investigação propõe descritores para análise de aspectos da Natureza da Ciência (NdC) em livros didáticos (LD). Para descrever e analisar os descritores propostos realizamos a análise de um capítulo de LD. O capítulo analisado, assim como a obra que o contém, toma a NdC como eixo estruturante dos conteúdos e, desta forma, evitam abordagens ahistóricas, lineares e apenas sequencial dos conteúdos. Esta investigação permite-nos afirmar que a estrutura e conteúdo do capítulo analisado destacam a possibilidade em se abordar a NdC em LDs de forma coerente com o que é indicado nas investigações atuais da área de pesquisa de ensino de Ciências. Com isso, esperamos fornecer elementos que possibilitem reflexão acerca de possibilidades reais de inserção da NdC no ensino e nos materiais didáticos.

Palavras chave: NdC, Epistemologia, Ensino de Ciências, História e Filosofia da Ciência, Ensino Fundamental

Abstract

This research proposes descriptors for analysis of aspects of the Nature of Science (NOS) in textbooks. To describe and analyze the proposed descriptors, we performed the analysis of a textbook chapter. The analyzed chapter, as well as the book that contains it, takes the NOS as the structuring axis of the contents and, thus, avoid ahistorical, linear and sequential approaches to

the contents. This research allows us to affirm that the structure and content of the analyzed chapter highlight the possibility of approaching NOS in textbooks in a way that is consistent with what is indicated in the current investigations of the field of research of science teaching. With this, we hope to provide elements that allow reflections on the real possibilities of insertion of NdC into teaching and didactic materials.

Key words: epistemology, science education, history and philosophy of science, elementary education

Introdução

Nos últimos cinquenta anos as concepções acerca da Natureza da Ciência (NdC) no ensino de ciências alteraram-se em sintonia com o desenrolar das pesquisas acadêmicas sobre o tema. Na década de 1960, iniciaram-se projetos curriculares nas áreas de ensino de Física, Biologia e Química que valorizavam a importância da ciência nos currículos escolares. Nos anos 1970, eventos e periódicos de pesquisa em ensino de ciências começaram a surgir com abordagem experimental, de vivência de um pretensão método científico e tendo por ênfase os conteúdos a serem ensinados e suas respectivas metodologias. Nos anos 1980, com a difusão de teorias relacionadas ao construtivismo e de obras de autores da epistemologia contemporânea formou-se um novo programa de pesquisa na área de ensino: identificação de concepções alternativas dos estudantes para a promoção de mudança conceitual. Tal programa foi avaliado criticamente na década de 1990, quando a emergência de teorias críticas, fizeram com que a reflexão sobre a ciência e seu ensino tomasse novos caminhos, passando a incorporar reflexões sobre implicações políticas e sociais da produção e sobre o uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos.

Atualmente, defende-se que a NdC poderia ser um dos tópicos abordados (ou até mesmo o eixo estruturante do currículo) em cursos de formação de professores e na educação básica. Essa defesa possui relação direta com o exposto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997):

Numa sociedade em que se convive com a supervalorização do conhecimento científico e com a crescente intervenção da tecnologia no dia a dia, não é possível pensar na formação de um cidadão crítico à margem do saber científico. *Mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora para a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo, é a meta que se propõe para o ensino da área na escola fundamental. A apropriação de seus conceitos e procedimentos pode contribuir para o questionamento do que se vê e ouve, para a ampliação das explicações acerca dos fenômenos da natureza, para a compreensão e valoração dos modos de intervir na natureza e de utilizar seus recursos, para a compreensão dos recursos tecnológicos que realizam essas mediações, para a reflexão sobre questões éticas implícitas nas relações entre Ciência, Sociedade e Tecnologia* (p. 21-22, grifo nosso).

Apesar desta valorização curricular do aprendizado sobre a ciência, o debate acerca das possibilidades efetivas para que isso ocorra na formação de estudantes e professores vem ocorrendo de forma pouco profunda. Boas *et al.* (2013) em uma revisão de literatura afirmam que noções relacionadas à visões empiristas ingênuas e de neutralidade da ciência ainda são amplamente difundidas em nosso cotidiano, pelos próprios professores de Ciências e em Livros Didáticos (LD).

A mesma constatação é feita por Peduzzi e Raick (2017) que afirmam que “a abordagem lógica, ahistórica e linear/sequencial dos conteúdos, veiculada pelo LD (e por outros materiais de ensino), é uma simplificação (grosseira) que ressalta apenas os resultados da ciência” (p. 3).

Nossa experiência com LD permite-nos afirmar que, via de regra, muitas das coleções aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) apresentam a NdC de acordo com o que é trazido por Peduzzi e Raick (2017). No entanto, há obras que traziam proposições diferenciadas, por exemplo, a coleção “Construindo Consciências” (CARO *et al.*, 2011), De acordo com Bobato (2014) esta obra é diferenciada das demais por apresentar organização dos conteúdos integrando as diferentes áreas científicas em todos os volumes e na grande maioria das abordagens. Neste sentido, a escolha pela análise de um LD já descrito como diferenciado, nos possibilitará demonstrar que elementos da NdC podem ser inseridos nestes materiais de apoio.

Com isso, a investigação objetiva **propor descritores para análise de aspectos acerca da Natureza da Ciência em livros didáticos**, descrevê-los e analisá-los a partir de sua utilização em análise de um dos capítulos da coleção Construindo Consciências.

Caminhos metodológicos

A partir de compilação crítica das ideias de Gil-Pérez *et al.* (2001), Boas *et al.* (2013) e Peduzzi e Raick (2017) elaboramos um conjunto de descritores e suas caracterizações (Quadro 1).

Quadro 1: Descritores de análise de aspectos relativos à NdC.

Descritores de análise (D) com respectivos números e caracterização
D1: A ciência, por ser uma atividade construída por seres humanos, envolve aspectos de natureza psicosocial, fruto de um processo criativo e não neutro, uma vez que os cientistas possuem concepções, valores e crenças de ordem filosófica, religiosa, cultural, que interferem em seu trabalho.
D2: Os conhecimentos científicos não são definitivos e irrevogáveis, mas sim objeto de constante revisão, ou seja, a pesquisa científica não revela verdades absolutas, permanentes e incontroversas, pois, em algum momento, tal conhecimento poderá ser substituído por outro considerado mais abrangente, com um maior potencial explicativo.
D3: O erro é parte inerente e indissociável do processo de construção do conhecimento científico, podendo ser ponto de partida para que questões inéditas possam ser estudadas ou outras aprofundadas.
D4: Algumas teorias podem ser descartadas em um dado momento da história, mas podem ser importantes, posteriormente, para a construção de novos conhecimentos. É importante destacar que certos conceitos encontram-se tão sedimentados nas convicções teóricas dos cientistas que esses podem ter dificuldade ou se recusar a abandoná-las, mesmo sob forte evidência empírica contrária.
D5: Existem disputas pela hegemonia do conhecimento entre as comunidades científicas na aceitação e propagação de um novo conhecimento.

D6: O conhecimento científico é modificado a partir de um precedente, ou seja, dentro de uma história. O interesse do cientista pelos trabalhos de seus predecessores é condição indispensável para o desenvolvimento do seu trabalho, pois conhecendo o que já existe e o que precisa ser reformulado que ele contextualiza, justifica e fundamenta sua pesquisa.
D7: A história de um conhecimento precisa considerar os contextos econômicos, filosóficos, sociais, culturais, religiosos (entre outros) que influenciam o desenvolvimento das pesquisas.
D8: A ciência é não é fruto do trabalho isolado e individual, mas uma atividade de construção coletiva, que envolve o trabalho de diferentes grupos, não apenas do âmbito científico. O cientista pode circular em diferentes espaços onde a opinião pública, por exemplo, pode contribuir para legitimidade do que é produzido cientificamente.
D9: Não há um método científico considerado universal.
D10: A experimentação é parte integrante e essencial do processo de construção do conhecimento, sendo orientada pelo enquadramento teórico do investigador, existindo, ainda, experimentos de pensamento que não exigem a construção de um aparato experimental específico.
D11: Leis e teorias científicas são elaborações/criações do intelecto humano, não sendo meras sínteses indutivas do observado, do experimentado.

Fonte: elaborado pelos autores.

Em seguida, realizamos leitura exploratória do livro do aluno da coleção (CARO *et al*, 2011). Nossa opção pela edição de 2011 se deve ao fato de que na edição subsequente, de 2014, já com o nome “Projeto Velear”, apresentar mudanças editoriais substanciais, deixando de diferenciar-se das demais coleções quanto à estrutura integrada dos conteúdos.

Identificamos o capítulo intitulado “Modelando o cosmo” (o primeiro do livro dedicado ao nono ano) como mais adequado para realização da análise utilizando-se dos descritores propostos. Seu conteúdo, astronomia, possibilita, de maneira privilegiada, a construção de relações entre conhecimentos de várias áreas das ciências naturais e, dessa maneira, este trabalho poderia contribuir com a necessária reflexão sobre a NdC no ensino para mais variados pesquisadores da área de Ensino de Ciências.

Resultados e discussão

A coleção “Construindo Consciências” tinha como uma de suas concepções-base a “necessidade de promover reflexões sobre a natureza das ciências e suas relações com a tecnologia e a sociedade contemporânea” (CARO *et al*, 2011, p. 4) e, assim, a NdC é apresentada ao longo de toda a coleção. No trecho abaixo, identificamos muitos dos descritores propostos:

A ciência desenvolve **formas de investigação que são continuamente renovadas** em função de **mudanças em seus propósitos e de sua evolução conceitual [D2]**. Assim, não há uma simples e singular à perguntas “como sabemos o que sabemos?” ou “por que acreditamos no que acreditamos?”. **Não há um “método científico” universal e infalível [D9]**, mas **metodologias que são ao mesmo tempo criadas no curso da investigação [D6]** e são submetidas às **críticas da comunidade científica [D7]**. A ciência não é **meramente “técnica” [D11]**, **nem “neutra” [D1]** e **solitária [D8]**. Pelo contrário, **é um empreendimento social e cultural como diversas outras atividades humanas [D7]**. Mas como fazer para que os estudantes concebam a ciência desse modo? Para desenvolver essa compreensão da atividade científica, *procuramos discutir, ao longo de*

toda a coleção, a origem dos conceitos, das teorias e dos modelos científicos. (...) Recorremos à história da ciência **para discutir o modo como algumas ideias foram concebidas e desenvolvidas até se tornarem aceitas [D6]**. Além disso, procuramos mostrar que o conhecimento científico provém de um **minucioso trabalho de ajuste entre evidências experimentais ou observacionais e teorias que permitem que essas evidências sejam obtidas e interpretadas [D11]** (p. 9)

O capítulo analisado principia reproduzindo em figura a obra “Noite estrelada” (1889) de Vincent van Gogh e afirmando que “nenhum de nós, indivíduos dotados de sensibilidade e inteligência, consegue escapar da vertigem causada pelo espetáculo que se desenrola diariamente sobre nossas cabeças: a visão do céu estrelado” (p. 8). Aqui a obra permite considerar a relação entre arte e ciência e a articulação que pode haver entre diferentes coletivos na produção do conhecimento (D8).

O texto “Algumas ideias iniciais sobre o que é um modelo” (p. 9) apresenta questionamentos ao estudante, para que esse reflita sobre as relações entre a astronomia e seu cotidiano. Gil-Pérez *et al.* (2001) indicam que a apresentação de situações problemáticas abertas, como essas, pode contribuir para a construção de conhecimentos acerca da NdC.

Na sequência o texto discorre sobre a importância da modelização, ressaltando que “quando fazemos investigações sobre o Universo, somos levados a usar nossa imaginação e nossa capacidade de raciocinar logicamente” (p. 9). Essa frase pode ser relacionada com a ideia presente no D11, o que também ocorre em trecho da página 11: “a mente dos cientistas cria questões que nunca serão respondidas se eles ficarem restritos apenas aquilo que podem observar”. Após, menciona-se limites da observação científica e apresenta-se os modelos de Newton e Einstein, o que identifica com o D6. Na sequência, afirma-se que:

Outra evidência de que as teorias e modelos criativos são como árvores frutíferas vem do fato de que, com esses instrumentos do pensamento podemos prever fenômenos que nunca foram observados (...). Desse modo, algo que antes não existia passa a fazer parte de nossa realidade. Por isso, dizemos que os modelos e teorias científicas permitem não apenas explicar o comportamento do mundo natural, mas também criar novas realidades e desenvolver tecnologias que transformam o mundo natural. (p. 11)

Este excerto expressa a ideia de que há experimentos que não utilizam um aparato específico, isto é, os chamados experimentos de pensamento (D10). Na página 11 destacamos interessante analogia de teorias e modelos com “árvores frutíferas”, ou seja, modelos e teorias têm potencial de originar saberes novos, aspecto presente importante no D2.

A segunda seção do capítulo, intitulada “Modelos para o Universo ao longo da história” apresenta exercício de comparação de quatro diferentes imagens que ilustram o céu à noite, cada imagem com distintas posições de planetas e estrelas. Após as imagens, o LD apresenta o modelo dos gregos para o Universo, ressaltando os pensamentos de diferentes sujeitos, tais como Tales de Mileto e Aristóteles (D8), que compreendiam-no como possuindo duas regiões, o mundo sublunar (imperfeito) e supralunar (perfeito, a morada dos deuses). O texto aborda

possíveis relações entre aspectos religiosos e conhecimento sobre astronomia existente naquele momento, usando texto de historiador da ciência e indagando, com perguntas ao leitor, os limites existentes no modelo grego, pois naquela época já se percebia que o movimento dos planetas não era circular ou uniforme como se esperaria dos astros (D2, D3 e D4).

Em seguida, o LD apresenta através de figura, o trabalho de Ptolomeu, que tentou salvar o modelo grego, propondo um modelo geométrico com sistemas de círculos (figura 1). Aqui identificamos que o livro traz aspectos da NdC que identificamos em D4: alguns conceitos podem ficar muito enraizados nas convicções dos cientistas, dificultando que um modelo ou ideia seja superado.

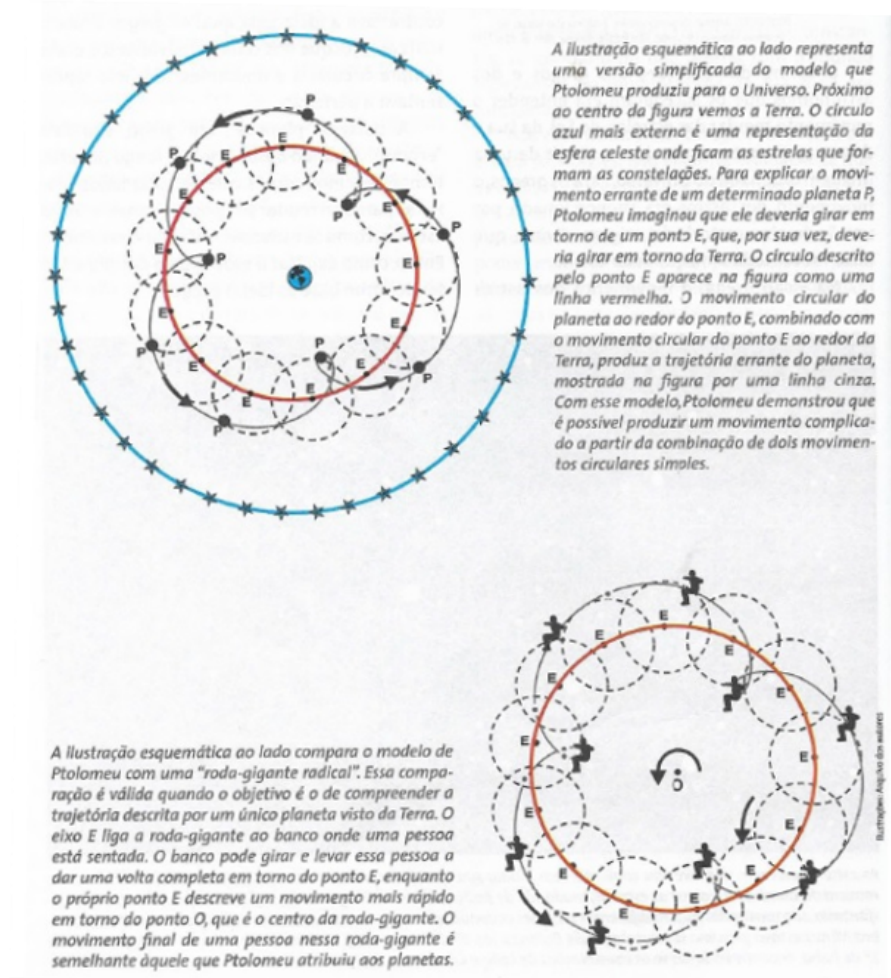


Figura 1: Modelo geométrico referente ao Universo de Ptolomeu

O texto da página 18 trata de aspectos da NdC abordados em D1 (a ciência é fruto de um processo criativo não-neutro) e D2 (que sempre se procura a produção de um conhecimento com um maior potencial explicativo que o anterior,):

[...] apesar dessa enorme diferença [de que o Sol estava no centro do Universo], o modelo copernicano também contemplava a exigência do pensamento grego e do modelo de Ptolomeu para o qual as trajetória dos astros deveriam ser circulares. A falta de beleza matemática do sistema ptolomaico era o que mais incomodava Copérnico. Para ele, Deus, o grande arquiteto, não poderia ter criado um mundo matematicamente tão feio! Nem teria colocado o Sol, astro luminoso e grandioso, em uma posição que não fosse a central. (p. 18)

Ao abordar evidências do heliocentrismo, o LD afirma que a obra de Copérnico foi incluída no *index* da igreja católica, que judeus e protestantes viam com perigo as ideias copernicanas e, por isto a publicação da obra foi adiada. O texto também afirma que Copérnico não foi o primeiro a propor que o Sol é o centro do universo, mencionando Aristarco. Nessas passagens verificamos a presença de aspectos dos descritores D1 e D6, que tratam respectivamente do peso das concepções, valores e crenças de ordem filosófica, religiosa na ciência e que o conhecimento científico pode relacionar determinadas ideias presentes anteriormente. Em seguida, o LD apresenta as contribuições de Galileu mencionando a importância da construção do telescópio como instrumento de observação ratificando modelo heliocêntrico de Copérnico (D8). Destacamos, ainda, que o LD traz reproduções de imagens da lua feitas por Galileu, possibilitando relações entre ciência e arte.

A seção "Ciência tem história", na página 23, o livro discute como ocorrem disputas entre teorias científicas (D5). O LD utiliza os critérios de Chassot para escolha entre teorias científicas rivais, a saber, que a teoria escolhida: estimule a investigação de problemas; permita que se façam previsões coerentes com observações e experimentos conhecidos ou ainda não realizados; relacione fatos até então considerados independentes; seja coerente com as teorias aceitas pela comunidade científica; etc.

O capítulo é encerrado com uma série de imagens contemporâneas do universo.

Considerações finais

A análise do capítulo permite afirmar que os descritores propostos podem constituir instrumento com potencial analítico para que professores tenham subsídios para refletir sobre a seleção e construção de materiais didáticos que abordem a NdC no ensino. Apesar das recorrentes críticas expressas pela comunidade acadêmica em relação às deficiências dos LD, como de Pagliarini (2007) que identificou que a maioria dos LD de Física ou ausentam elementos da NdC ou discutem apenas os métodos, aqui identificamos uma coleção que apresentava aspectos integrantes de todos os descritores propostos neste trabalho, tanto no seu texto principal, quanto nas seções complementares da obra. Este panorama ocorre em toda a obra e não somente no capítulo aqui analisado como exemplo. Constatamos então que é possível abordar a NdC como eixo estruturante em uma obra didática que não se restrinja a abordagem lógica, ahistórica e linear/sequencial nos livros.

Referências

BOAS, A. V.; SILVA, M. R. da; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. de M. **História da Ciências e Natureza da Ciência**: debates e consensos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, V. 30, n. 2, 2013, p. 287-322.

BOBATO, V. **O livro didático de Ciências**: a persistência da fragmentação dos conteúdos. 2014. Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf> >. Acesso em: 13 out. 2018.

CARO, C. M. De; PAULA, H. de F. e; SANTOS, M. B. L. dos; LIMA, M. E. C. de C.; Silva, N. S. da; AGUIAR JR., O.; CASTRO, R. S. de; BRAGA, S. A. de M. **Construindo consciências**: 9º. Ano: Ensino Fundamental. São Paulo: Scipione, 2009.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. Ciência e Educação, V. 7, n. 2, 2001, p. 125-153.

PAGLIARINI, C. R. Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio. **Dissertação de mestrado**. Instituto de Física de São carlos. Universidade de São Paulo. 2007

PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. **Sobre a natureza da ciência**: asserções comentadas para uma articulação com a história da física. Agosto, 2016, 42p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br >. Acesso em: 13 out. 2018.