

Abordagem explícita da natureza da ciência (NdC) a partir da Ecologia do ensino médio

Explicit approach of the Nature of Science (NoS) based on Ecology in High School

Mário Cézar Amorim de Oliveira

Faculdade de Educação de Itapipoca. Universidade Estadual do Ceará - FACEDI-UECE / Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – PPGEFHC-UFBA/UEFS
mario.amorim@uece.br

Charbel Niño El-Hani

Instituto de Biologia. Universidade Federal da Bahia – IB-UFBA / Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências – PPGEFHC-UFBA/UEFS
charbel.elhani@gmail.com

Resumo

Os documentos oficiais que tratam do ensino de Biologia no nível médio da educação básica orientam que os conteúdos conceituais desse componente curricular tenham a evolução e a ecologia como eixos integradores, a partir de uma abordagem histórica e filosófica. Abordar explicitamente elementos históricos e filosóficos da construção do conhecimento científico no processo de ensino e aprendizagem de ciências é uma estratégia para se discutir a natureza da ciência (NdC) na educação científica. Nesse sentido, o objetivo desse ensaio teórico é argumentar que o estudo da ecologia no ensino médio, tanto quanto da evolução biológica, pode ser orientado para a abordagem da natureza da ciência (NdC) se a estrutura teórica e contextos históricos de produção dos conhecimentos ecológicos forem explicitados.

Palavras chave: história e filosofia da ciência, epistemologia da biologia, ensino de biologia, ensino de ecologia

Abstract

The official documents that deal with biology teaching at the high school level state that the conceptual contents of this curricular component should have evolution and ecology as integrating axes, based on a historical and philosophical approach. Explicitly addressing historical and philosophical elements of the construction of scientific knowledge in science teaching and learning process is a strategy to discuss the nature of science (NoS) in science education. In this sense, the goal of this theoretical essay is to argue that the study of ecology in high school, as well as that of evolution, can be guided by an approach to the nature of science (NoS) if the theoretical framework and historical contexts of production of ecological knowledge are made explicit.

Key words: history and philosophy of science, biology epistemology, biology teaching, ecology teaching

Introdução

Desde meados dos anos 1980 que a importância da abordagem da Natureza da Ciência (NdC) na educação científica tem sido defendida nas pesquisas em Educação em Ciências (e.g., ABD-EL-KHALICK, 2012; TEIXEIRA; FREIRE-JUNIOR; EL-HANI, 2009), no âmbito de discussões sobre a necessidade de redefinir como e por que ensinar conteúdos científicos e como e por que reformular os pressupostos do ensino de ciências, com vistas a uma educação científica contextualizada.

Nesse contexto, o objetivo desse ensaio é **argumentar que o estudo da ecologia no ensino médio também pode ser orientado para a abordagem da natureza da ciência (NdC) se a estrutura teórica e contextos históricos de produção dos conhecimentos ecológicos forem explicitados**. Na próxima seção, discorreremos sobre Natureza da Ciência (NdC) e a importância de sua abordagem na educação básica. Em seguida, mostraremos que o campo da ciência ecológica tem uma estrutura teórica complexa, favorecendo a abordagem da NdC através do seu estudo. Por fim, problematizaremos o ensino de ecologia na educação básica, a partir das orientações oficiais.

Natureza da Ciência (NdC) no ensino médio

Segundo Moura (2014, p.33), a NdC “envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência” e que sua compreensão envolve “saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada”. Nesse sentido, uma série de disciplinas contribuem para a discussão da NdC, tais como a filosofia, a história e a sociologia da ciência. As pesquisas em ensino de Ciências evidenciam uma crescente preocupação com aspectos relacionados à natureza da Ciência (NdC) na educação científica, no sentido de que docentes e discentes ensinem e aprendam não somente ciência, mas também sobre a ciência. (FORATO et al., 2011; VILAS BOAS et al., 2013).

Entretanto, no Brasil, é preocupante a constatação de que muitos professores e estudantes possuem uma imagem de ciência e do trabalho dos cientistas considerada ingênua, e que a educação científica deveria refinar (ACEVEDO et al., 2005). Nesse sentido, Gil Pérez e col. (2001) revisaram trabalhos que buscavam identificar visões da construção do conhecimento científico consideradas inadequadas, ao que apresentaram sete visões: 1. Visão empírico-indutivista e atórica, que destaca a neutralidade da observação e da experimentação; 2. Visão aproblemática e ahistórica, que destaca os conceitos não apresentando os problemas que deram início ao seu processo de construção; 3. Visão exclusivamente analítica, que não reconhece o papel de diferentes áreas do conhecimento no fazer científico; 4. Visão rígida, exata e infalível, que apresenta o método científico como o único conjunto de etapas para a construção do conhecimento científico; 5. Visão acumulativa de crescimento linear, que ignora as divergências e crises na elaboração do conhecimento; 6. Visão individualista e elitista, que ignora o fazer coletivo e cooperativo da ciência, apresentando-a como obra de gênios isolados; e 7. Visão socialmente neutra, que ignora as relações complexas da ciência com a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente. (GIL PÉREZ et al., 2001)

No contexto do ensino das Ciências Biológicas, é preocupante a constatação de que as visões de NdC dos estudantes não se refinam ao longo do processo educacional, seja na educação básica, seja no ensino superior (TAVARES, 2006; SCHEID et al, 2007). Nesse contexto, Pereira (2015) investigou as concepções de NdC de graduandos em Ciências Biológicas, a partir de cinco situações contextualizadas em Ecologia, por considerar que as características desse campo dialogam com a abordagem de Irzik e Nola (2010) sobre NdC. Desse modo, em

virtude da importância da compreensão da natureza da ciência (NdC) no processo de alfabetização científica na educação básica, entendemos que o estudo da ecologia no ensino médio pode contribuir com elementos para impulsionar um debate orientado para a NdC, principalmente problematizando as visões ingênuas apresentadas por Gil Pérez e col. (2001) de ciência empírico-indutivista, atórica, aproblemática, ahistórica e socialmente neutra. Por isso, a seguir **discutiremos a natureza das teorias na ecologia e os limites e possibilidades de uma teoria (unificada) da ecologia.**

Teorias em Ecologia e Teoria Geral da Ecologia

Apesar de o termo “ecologia” ter sido usado pela primeira vez no final do século XIX, pelo historiador natural alemão Ernst Haeckel, suas raízes remontam à Grécia antiga. Pela etimologia do termo, derivado das palavras gregas ‘oîkos’ (casa) e ‘logos’ (estudo), compreende-se que é a ciência biológica que estuda a moradia dos organismos (SCHEINER; SCHEINER, 2014). É uma disciplina de amplo alcance, o que reverbera em uma grande diversidade de subáreas, objetos de estudo, pressupostos, definições, léxicos e métodos de investigação (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007). O fato de que o crescimento da ecologia resultou em uma maior diversidade e divergência de áreas de estudo pode trazer consequências negativas para o seu progresso futuro, de modo que alguns autores (PICKETT; KOLASA; JONES, 2007; SCHEINER; WILLIG, 2008; SCHEINER, 2010; SCHEINER; SCHEINER, 2014) defendem a integração dessas áreas em uma teoria geral da ecologia.

Para Pickett, Kolasa e Jones (2007), o contraste entre os dois paradigmas¹ que podem servir de “pano de fundo” para a ecologia, torna ainda mais evidente a importância de uma integração da disciplina a partir de uma teoria geral da ecologia. A primeira tradição de pesquisa² ecológica é a populacional, que está centrada nos organismos e nos fenômenos a eles diretamente relacionados. A segunda é a tradição de pesquisa ecossistêmica, que enfoca os fluxos de matéria e energia. Desse modo, nas diferentes tradições de pesquisa, a própria definição de ecologia varia, por se concentrar em distintos níveis de organização, entidades e processos.

Para mitigar dicotomias e divergências improdutivas nos debates entre as subáreas da ecologia, Pickett, Kolasa e Jones (2007) propõem a unificação em torno de uma teoria da ecologia. Nessa linha, Scheiner e Willig (2008) propõem uma teoria geral da ecologia baseada em sete princípios fundamentais, a saber: “a distribuição heterogênea dos organismos, as interações dos organismos, a contingência, a heterogeneidade ambiental, os recursos finitos e heterogêneos, a mortalidade dos organismos e a causa evolucionária das propriedades ecológicas” (p.21). Os autores enfatizam que os elementos dessa teoria geral já são bem conhecidos dos estudiosos da área, situando a originalidade de seu trabalho na descrição formal e concisa dos princípios da teoria proposta.

A teoria geral, como proposta por Scheiner e Willig (2008, p.26), tem o mérito de ser capaz de “construir e acomodar todas as teorias constituintes dentro do domínio da ecologia”, independentemente do grau de maturidade da teoria constituinte. Pickett, Kolasa e Jones

¹ Pickett, Kolasa e Jones (2007, p.9), baseados nas ideias de Thomas Kuhn (1962), definem paradigma como um “conjunto de premissas de fundo que uma disciplina faz. [...] é a visão de mundo que os cientistas de uma disciplina detêm. Os paradigmas moldam a área temática, abordagens e modos de resolução de problemas”.

² Optamos pelo termo ‘tradição de pesquisa’ no lugar de ‘paradigma’, pelo sentido técnico do termo kuhniano, que pressupõe uma unidade que a ecologia não alcançou, como também pela incomensurabilidade de paradigmas, proposta por Kuhn, o que dificulta pensar em uma integração da disciplina, defendida pelos autores.

(2007), tratando da natureza da teoria, apontam que as teorias podem diferir em sua maturidade, que está relacionada à complexidade e à quantidade de componentes da teoria. Além disso, elas podem diferir em seu objetivo, refletindo a variedade de ferramentas que contribuem para seu diálogo com os fenômenos observáveis, e em seu domínio, o que implica diferentes focos, dinâmicas, fenomenologia e causas consideradas nas teorias.

Pickett, Kolasa e Jones (2007, p.62), baseados em Suppe (1977), definem teoria como “um sistema de construções conceituais”, o que implica que as teorias são formadas por componentes específicos, cuja presença indica seu grau de maturidade, como também de que tais “componentes devem ter alguma ordem e devem interagir através de combinação, derivação, inferência, vinculação ou outras relações lógicas ou empíricas”. Desse modo, os autores propõem que os componentes de uma teoria são: domínio, moldura (“*framework*”), conteúdo conceitual básico (premissas, conceitos e definições), conteúdo empírico (fatos e generalizações confirmadas) e conteúdo conceitual derivado (leis, modelos, modos de tradução e hipóteses). No quadro 1, apresentamos uma breve definição de cada um desses componentes de uma teoria científica.

<p>Domínio. O escopo no espaço, tempo e fenômenos abordados por uma teoria; especificação do universo do discurso para uma teoria.</p> <p>Estrutura (<i>Framework</i>). Estrutura causal ou lógica aninhada de uma teoria.</p> <p>Conteúdo Conceitual Básico</p> <p>Premissas. Condições ou estruturas necessárias para construir a teoria.</p> <p>Conceitos. Regularidades rotuladas em fenômenos.</p> <p>Definições. Convenções e prescrições necessárias para que a teoria funcione com clareza.</p> <p>Conteúdo Empírico</p> <p>Fatos. Registros confirmáveis de fenômenos.</p> <p>Generalizações Confirmadas. Condensações e abstrações de um conjunto de fatos que foram testados ou observados sistematicamente.</p> <p>Conteúdo Conceitual Derivado</p> <p>Leis. Declarações condicionais de relacionamento ou causalidade, declarações de identidade ou declarações de processo que se mantêm dentro de um universo de discurso.</p> <p>Modelos. Construções conceituais que representam ou simplificam a estrutura e as interações no mundo material.</p> <p>Modos de tradução. Procedimentos e conceitos necessários para passar das abstrações de uma teoria para as especificidades de aplicação ou teste, ou vice-versa.</p> <p>Hipóteses. Declarações testáveis derivadas ou representativas de vários componentes da teoria.</p>
--

QUADRO 1: Componentes de uma teoria científica.

FONTE: Pickett, Kolasa e Jones (2007, p.63), traduzido e modificado.

Ainda para esses autores, esses componentes são os principais fatores para se avaliar a mudança de uma teoria científica, que pode se dar em três dimensões: (1) completude, que diz respeito à quantidade de componentes presentes em uma teoria; (2) desenvolvimento, que se refere ao grau de complexidade ou derivatividade dos componentes de uma teoria; (3) integração, que indica o grau de conexão dos componentes presentes na teoria. Uma teoria científica em processo de amadurecimento pode partir de uma etapa pré-teórica, em que seria composta apenas de noções rudimentares, até a etapa de maturidade, em que seria confirmada ou rejeitada pela comunidade científica de acordo com sua robustez e sucesso nos testes a que fosse submetida. Passando ainda pelas etapas intermediárias intuitiva, de consolidação e empírico-interativa. (PICKETT; KOLASA; JONES; 2007, p. 102)

Essa breve discussão de aspectos epistemológicos da ecologia indica como seu estudo, a partir de uma abordagem que se ocupe da natureza dessa ciência, indo além do tratamento de seus conceitos-chave, tem grande potencial de refinar a compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência (NdC). A discussão do papel da teoria na investigação científica e do grau de complexidade que uma teoria científica apresenta pode fomentar a construção de imagens menos deformadas do trabalho dos cientistas, em especial, dos ecólogos, e da produção do conhecimento científico (ecológico). Esse potencial suscita questionamentos do tipo: A formação docente em ecologia contempla os aspectos epistemológicos desse campo? Como se dá o ensino-aprendizagem de ecologia no ensino médio? Quais as orientações acerca do ensino-aprendizagem de ecologia presentes nos documentos oficiais para o ensino médio?

A ecologia do ensino médio

No ensino médio, o ensino de ecologia é principalmente desenvolvido na disciplina de Biologia, podendo estar em quaisquer uma das séries, variando de acordo com a organização dos livros didáticos adotados (tradicionalmente, no terceiro ano). Mais recentemente, na segunda versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino médio, o ensino de ecologia está contemplado especialmente em duas unidades curriculares (UC2 – Biodiversidade: organização, caracterização, e distribuição dos organismos vivos; e UC6 – Ecossistemas: interações organismo-meio) do componente curricular Biologia (BRASIL, 2016).

Tanto os PCN do ensino fundamental e médio quanto as duas primeiras versões da BNCC trazem o ensino de ecologia nas disciplinas, ou componentes curriculares, de Ciências (Naturais) e Biologia, envolto em uma proposta de abordagem filosófica e histórica dos conteúdos conceituais das ciências. É dada grande ênfase à ideia de que “por meio de uma abordagem histórica e filosófica destes temas [conhecimentos conceituais], é possível construir uma visão crítica do conhecimento científico e tecnológico e de sua relação com a sociedade” (BRASIL, 2016, p. 616), apontando como de grande importância “a apropriação pelos/as estudantes dos processos e das práticas investigativas dessa ciência [Biologia]” (BRASIL, 2016, p. 616-617).

Entretanto, o ensino de ecologia na educação básica pauta-se principalmente pelo ensino memorístico de conteúdos conceituais, sendo incomuns aulas de campo para a abordagem de fenômenos ecológicos (FONSECA; CALDEIRA, 2008), utilizando observações e outras experiências dos estudantes, ou projetos de investigação de questões ambientais que possam promover o desenvolvimento de conteúdos procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998).

Uma compreensão mais sofisticada dos aspectos históricos e epistemológicos do conhecimento biológico, para nossos interesses aqui em especial, do ecológico, é importante não somente para o aperfeiçoamento da formação de pesquisadores em ecologia (LEITE et al, 2010), como também se mostra pertinente no contexto de formação docente inicial para o ensino de ecologia (BRANDO et al, 2012). Nesse sentido, participantes de um grupo de pesquisa em epistemologia da Biologia “passaram a entender a ecologia como uma área composta de diferentes conhecimentos, teorias e conceitos” (BRANDO et al, 2012, p.197), cujas tradições de pesquisa puderam ser melhor compreendidas a partir dos estudos históricos da ecologia.

Brando et al. (2012) enfatizam a crítica realizada pelos professores em formação inicial da apresentação dos conhecimentos ecológicos no livro didático, “que muitas vezes apresenta os conceitos de uma forma reducionista e com abordagens fragmentadas do conhecimento biológico” (2012, p.195). Partindo da premissa que o livro didático é o principal recurso de

apoio ao trabalho pedagógico do professor de Biologia, a apresentação de conhecimentos ecológicos descontextualizados histórica e epistemologicamente dificultará a abordagem da natureza da ciência (NdC) a partir do ensino de ecologia.

Considerações Finais

Nesse ensaio teórico defendemos que o estudo de ecologia no ensino médio pode contribuir para refinar a compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência (NdC), principalmente problematizando as visões ingênuas apresentadas por Gil Pérez et al. (2001), de acordo com as quais a ciência seria empírico-indutivista, ateorica, aproblemática, ahistórica e socialmente neutra. Entretanto, para que isso aconteça, o professor de Biologia precisa abordar de forma explícita (EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004) os aspectos epistemológicos dos conhecimentos ecológicos apresentados, contextualizando-os historicamente.

Nesse sentido, Azevedo e Scarpa (2017a, 2017b) mostram que os conhecimentos ecológicos podem oferecer ricos contextos para se estudar a compreensão de NdC dos estudantes, como também o impacto do acesso à literatura de divulgação científica (AZEVEDO; SCARPA, 2017c) no refinamento dessas visões. Entretanto, os aspectos relacionados às estratégias e recursos didáticos para a abordagem explícita da NdC no contexto do ensino de ecologia ainda precisam ser investigados mais a fundo.

Um outro elemento importante para uma prática pedagógica direcionada para uma abordagem explícita da NdC a partir do estudo da ecologia é que esses aspectos (que foram discutidos na seção 2) estejam presentes no livro didático (LD) de Biologia do ensino médio. Desse modo, uma investigação sobre os LD é necessária, para se verificar se esse recurso didático atrapalharia ou apoiaria o ensino de ecologia com essa abordagem.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos à Universidade Estadual do Ceará (UECE) pelo apoio refletido na liberação do primeiro autor de suas atividades docentes para cursar o doutorado no PPGEFHC-UFBA/UEFS; como também, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsa de estudos, que viabiliza tanto as atividades de pesquisa tanto quanto a finalização desse ensaio teórico. Agradecemos ao CNPq e a CAPES ao financiamento do INCT ao qual esse projeto está vinculado.

Referências

- ABD-EL-KHALICK, F. Teaching *with* and *about* nature of science, and science teacher knowledge domains. **Science & Education**, n. 22, p. 2087-2107, 2012.
- ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M.F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J.M.; MANASSERO, M.A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.
- AZEVEDO, N.H.; SCARPA, D.L. Decisões envolvidas na elaboração e validação de um questionário contextualizado sobre concepções de natureza da ciência. **IENCI – Investigações em Ensino de Ciências**, v.22, n.2, p.57-82, 2017a.
- AZEVEDO, N.H.; SCARPA, D.L. Um levantamento em larga escala das concepções de natureza da ciência de graduandos de biologia brasileiros e os possíveis elementos formativos associados. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.19, p.1-28, 2017b.

AZEVEDO, N.H.; SCARPA, D.L. O contato com materiais de divulgação científica pode influenciar as concepções de natureza da ciência? **Anais... XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2017c.

BRASIL. Ministério da Educação / Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular** – BNCC 2ª Versão. Brasília: MEC/SEB, 2016.

EL-HANI, C.N.; TAVARES, E.J.; ROCHA, P.L. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma pesquisa explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **IENCI – Investigação em Ensino de Ciências**, v.9, n.3, p. 265-313, 2004.

FORATO, T.C.M, et al. Historiografia e Natureza da Ciência Na Sala De Aula. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v.28, n.1, p. 27-59, 2011.

GIL PÉREZ, D, et al. Para Uma Imagem Não Deformada Do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family resemblance approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 20, p. 591-607, 2011. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-010-9293-4>>. Acesso em: 15 dez. 2017.

MOURA, B.A. O que é Natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

PEREIRA, N. H. A. **A Ecologia como modelo para investigar concepções sobre a natureza da ciência**. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade de São Paulo (USP). 113 p. 2015.

PICKETT, S.T.A.; KOLASA, J.; JONES, C.G. **Ecological Understanding**. 2ª ed. Burlington, MA: Academic Press, 2007

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. Concepções sobre a natureza da ciência num curso de ciências biológicas: imagens que dificultam a educação científica. **IENCI – Investigação em Ensino de Ciências**, v.12, n.2, p. 157-181, 2007.

SCHEINER, S.M. Toward a Conceptual framework for Biology. **The Quarterly Review of Biology**, v. 85, n. 3, p. 293-318, 2010.

SCHEINER, S.M.; WILLIG, M.R. A general theory of Ecology. **Theoretical ecology**, n. 1, p. 21-28, 2008.

SUPPE, F. **Afterword**. In: SUPPE, F. (ed.). *The Structure of scientific theories*. Urbana-Champaign: University of Illinois Press, p. 617-730, 1977.

TAVARES, E. J. M. **Evolução das concepções de alunos de Ciências Biológicas da UFBA sobre a natureza da ciência**: influências da iniciação científica, das disciplinas de conteúdo específico e de uma disciplina de História e Filosofia das Ciências. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC). Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). 183 p. 2006.

VILAS BOAS, A. et al. História da Ciência e Natureza Da Ciência: debates e consensos. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v.30, n.2, p. 287-322, ago. 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.