

A natureza da ciência na formação de professores de física: artigos de pesquisa e intervenções didáticas

The nature of science in physics teacher training: paper research and didactic interventions

Julia Martinello Willemann

Universidade Federal de Santa Catarina/Graduação em Física
juliamartinello@gmail.com.br

Gabriela Kaiana Ferreira

Universidade Federal de Santa Catarina/Departamento de Física
gabriela.kaiana@ufsc.br

Resumo

Neste trabalho temos como objetivo apresentar uma revisão de artigos publicados em periódicos sobre o tratamento da natureza da ciência na formação de professores de Física que propõem aplicações/intervenções didáticas em cursos de Licenciatura em Física no Brasil. Para tanto, a partir de um processo de busca e seleção de artigos no Portal de Periódicos Capes, analisamos 13 artigos de pesquisa em termos de duas categorias: palavras-chave e caracterização da pesquisa. Cada uma dessas categorias possui subcategorias associadas que constituem indicativos sobre como a inserção da discussão da natureza da ciência tem ocorrido na formação de professores de Física, pelo menos no que tange à área de pesquisa em ensino de física. Ao final, apresentamos uma discussão em torno da temática e apontamos alguns questionamentos relevantes para o debate da natureza da ciência na formação de professores de Física.

Palavras chave: natureza da ciência, formação de professores de física, revisão de artigos.

Abstract

In this paper we aim a review of articles published in journals about how Nature of Science (NoS) is presented in education of physics teachers that propose didactic applications/interventions on physics undergraduate courses in Brazil. To that end, starting from a process of search and selection in the CAPES journal database, we analysed 13 research papers in terms of two categories: keywords and research characteristics. Each of these categories in turn have subcategories associated that constitute indicatives about how the discussion of NoS has been approached on the physics teacher training, at least with regard to the education research. At the end we present a discussion around the subject and point out some relevant questions for the debate of NoS in physics teacher education.

Key words: nature of science, physics teacher training, papers review.

Introdução teórica

No contexto da Educação Científica (EC) discutir a Natureza da Ciência (NdC) possibilita entender questões, aspectos e elementos que estão envolvidos na construção do conhecimento científico, seus valores e relações, inclusive no contexto sócio-histórico de produção. Entre os argumentos em torno da importância deste debate podem ser destacados a contribuição para o desenvolvimento de uma compreensão da ciência como atividade humana, historicamente construída, imersa no contexto cultural de cada época, desmistificando a ideia de uma construção puramente racional, desenvolvida por um suposto ‘método científico’ único e universal a partir apenas de observações, experimentos, deduções e induções logicamente fundadas (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012). Uma abordagem atenta à NdC possibilita um conhecimento sobre as ciências, alguns de seus pressupostos e limites de validade, e não apenas sobre os conteúdos científicos, além de permitir criticar o dogmatismo geralmente presente no ensino de ciências, bem como promover o pensamento reflexivo e crítico (MOURA, 2014).

Nesse sentido, é relevante a preocupação com o nível de reflexão sobre a NdC nos cursos de formação de professores. Algumas investigações têm sido desenvolvidas com o objetivo de evidenciar elementos e oferecer formação aos professores de ciências no sentido de instrumentalizar para o debate sobre NdC na educação escolar (ALMEIDA; FARIAS, 2011; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; FORATO; MARTINS; PIETROCOLA, 2012; DAGHER; ERDURAN, 2016; GARCÍA-CARMONA; ACEVEDO-DÍAZ, 2018). No contexto brasileiro, a investigação realizada por Ferreira e Custódio (2021), por exemplo, reúne informações sobre o ensino da NdC em 145 cursos de Licenciatura em Física (LF) de 90 instituições de Ensino Superior (IES) públicas no Brasil, e evidencia que a inserção de temas relativos à NdC ainda é muito tímida nos cursos e estão presentes em ementas de disciplinas diversificadas que representam apenas 4,65% da carga horária total dos cursos. Complementarmente, em uma análise do conteúdo destas disciplinas, os autores concluem que há certa influência das recomendações da área de EC sobre o tema nos currículos, bem como uma diversidade de aspectos da NdC sendo abordados, indicando falta de consenso sobre o que deve ser ensinado.

Nesse contexto, neste trabalho temos como objetivo apresentar uma revisão de artigos em periódicos¹. sobre o tratamento da NdC na formação de professores de Física que apresentam aplicação de propostas e intervenções didáticas em cursos de LF no Brasil.

Metodologia

Neste trabalho² realizamos um levantamento de artigos sobre NdC que contemplassem a discussão do tema na formação de professores de Física, disponíveis no portal de periódicos

¹ Foram considerados apenas artigos de periódicos publicados em Língua Portuguesa.

² Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais abrangente que visa desenvolver uma discussão atualizada sobre a temática da NdC para a formação de professores de física, a fim de valorizar a produção em pesquisa na EC, identificando pontos de convergência e divergência em estudos nacionais e internacionais.

CAPES³. Para tanto, foram definidas combinações de termos adequados para buscar e selecionar os trabalhos que fizessem parte da amostra da pesquisa. Inicialmente foram encontrados 32 artigos, que após análise criteriosa foram reduzidos a 13. Para a definição da amostra, foram levados em conta os seguintes critérios: menção da NdC na formação de professores de física no resumo e no trabalho completo; realização da pesquisa/intervenção no contexto da formação de professores de física. Os trabalhos selecionados e analisados nesta pesquisa estão indicados na lista de referências específica.⁴

Resultados e Análise

Os dados resultantes desta investigação foram analisados em relação ao contexto e frequência e apresentados em duas categorias: (I) Palavras-chave e (II) Caracterização da pesquisa.

Categoria I: Palavras-chave

Na análise dos trabalhos selecionados identificamos 37 palavras-chave que, após agrupadas, formaram seis subcategorias que são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Categoria I 'Palavras-chave' e subcategorias.

| CATEGORIA I: 'Palavras-chave' | | |
|--|-----------------------------------|-----------------|
| Subcategorias | | Frequência (37) |
| Formação de professores | Formação Continuada | 1 |
| | Formação de Professores | 4 |
| | Formação de Professores de Física | 3 |
| | Formação docente | 1 |
| | Formação Inicial | 1 |
| | Professores de Física | 1 |
| Natureza da Ciência | Natureza da Ciência | 3 |
| | Natureza das Ciências | 1 |
| História, Filosofia e Epistemologia da Ciência | Episódios Históricos | 1 |
| | História da Ciência | 3 |

³ A escolha do Portal de Periódicos CAPES se deu pelo fato de consistir em um portal que reúne os principais periódicos da área de pesquisa em Educação Científica e Ensino de Física. Dentre os trabalhos selecionados para análise, resultaram artigos de congresso publicados em número extraordinário de revista.

⁴ Para a sistematização das informações e análise dos artigos, foi aplicada a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) utilizando o software QDA Miner Lite no qual os textos foram categorizados e seus trechos codificados considerando o escopo da pesquisa. Foi utilizado como critério de classificação o semântico, definindo categorias temáticas que fossem condizentes com as características associadas a uma boa categorização para a análise de conteúdo (BARDIN, 2011).

| | | |
|------------------------|-------------------------------------|---|
| | História e Filosofia da Ciência | 3 |
| | Epistemologia | 1 |
| | Filosofia da Ciência | 1 |
| Licenciatura em Física | Física | 1 |
| | Licenciatura em Física | 1 |
| Recursos utilizados | Animações digitais | 1 |
| | Objetos Virtuais | 1 |
| | Dramas biográficos | 1 |
| | Leitura | 1 |
| | Marie Curie, une femme sur le front | 1 |
| Outros | Conhecimento pedagógico do conteúdo | 2 |
| | Ensino contextualizado | 1 |
| | Ensino de Ciências | 1 |
| | Pedagogia de Projetos | 1 |

Fonte: Autores.

Das subcategorias apresentadas, a Formação de Professores, com 11 ocorrências (29,7%), é a mais frequente dentre todas, fato que era esperado, tendo em vista que na busca e seleção dos artigos, um dos requisitos para que fizesse parte do escopo da pesquisa era de que o resumo mencionasse a formação de professores de física. A subcategoria História, Filosofia e Epistemologia da Ciência, com 9 ocorrências (24,3%), é a segunda mais frequente, o que evidencia que, na formação de professores, a discussão sobre a NdC ocorre com frequência associada ao debate da história, filosofia e epistemologia da ciência.

A subcategoria Recursos Utilizados, com 5 ocorrências (13,5%), trata dos recursos metodológicos para o ensino/aprendizagem da NdC. No processo de seleção dos artigos foi dado prioridade àqueles que apresentassem a implementação de uma atividade, disciplina ou estudo que fomentasse a discussão da NdC na formação de professores de física. As diferentes palavras-chave associadas a essa subcategoria evidenciam a existência de uma diversidade de recursos disponíveis para a abordagem da temática.

Categoria II: Caracterização da pesquisa

Uma segunda análise se deu em torno da caracterização da pesquisa em que tivemos como objetivo identificar a natureza da pesquisa/investigação realizada em cada um dos trabalhos selecionados, tanto no que diz respeito à metodologia empregada, quanto ao escopo da pesquisa. Esta categoria foi dividida em cinco subcategorias. Todos os artigos foram associados pelo menos uma vez a cada uma das quatro primeiras subcategorias. No entanto, como parte dos artigos não faziam referência explícita ao uso de algum referencial metodológico de análise, ou então não se propunham a realizá-lo, nem todos estão contidos

nesta subcategoria. A caracterização da pesquisa, subcategorias e frequências são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Categoria II ‘Caracterização da pesquisa’ e subcategorias.

| CATEGORIA II: ‘Caracterização da pesquisa’ | | |
|---|---|------------|
| Subcategorias | | Frequência |
| Natureza da Pesquisa | Qualitativa | 12 |
| | Quantitativa | 1 |
| Tipos de instrumento de coleta de dados utilizado | Questionário | 6 |
| | Entrevista | 3 |
| | Diário de reflexão | 1 |
| | Revisão bibliográfica | 2 |
| | Outras produções dos participantes (seminários, elaboração de roteiro para animação, criação de um minicurso) | 3 |
| Foco da pesquisa | Elaboração/aplicação de modelo de avaliação de propostas/conhecimentos sobre a NdC | 2 |
| | Elaboração e análise de intervenção/proposta didática | 6 |
| | Uso de episódios históricos | 8 |
| | Aplicação de disciplina/curso/minicurso | 3 |
| Momento/contexto de aplicação | Disciplina de um curso de formação inicial | 11 |
| | Curso de formação complementar/extensão/continuada | 2 |
| Metodologia de análise | Análise de Discurso | 2 |
| | Análise Textual Discursiva | 1 |
| | Análise de Fidedignidade | 1 |

Fonte: Autores.

Dos artigos selecionados para análise, nota-se uma prevalência de pesquisas de natureza qualitativa, do uso de instrumentos de coleta de dados do tipo questionário, de pesquisas com o foco/objetivo no uso de episódios históricos e na elaboração e análise de uma intervenção/proposta didática, na maioria dos casos no contexto de uma disciplina da formação inicial de professores de física.

Na sequência, apresentamos uma discussão desta categoria utilizando extratos dos artigos em que o momento/contexto de aplicação tenha ocorrido em uma disciplina de um curso de formação inicial (11 dos 13 artigos), com a finalidade de contextualizar o ensino da NdC nos cursos de formação de professores de física que fizeram parte desta análise.

Discussão: natureza da ciência e formação de professores de física

A maioria dos artigos selecionados para análise têm como contexto de aplicação disciplinas de formação inicial em cursos de graduação em física. Entre as justificativas e motivações expressas nos trabalhos, é frequente o posicionamento de que muitos dos cursos em que as atividades foram aplicadas não possuem em seu currículo a inserção da NdC em disciplinas, e da “necessidade de novos caminhos para a inclusão da História da Ciência nos cursos de formação de professores de Física” (MOURA; SILVA, 2013, p. 2). A dificuldade de abordar a temática em sala de aula também é citada sendo os principais obstáculos “a falta de material didático apropriado, ou má qualidade do conteúdo apresentado (FORATO *et al.*, 2009), os conteúdos curriculares inchados a que estes professores estão presos, os problemas de formação dos professores, as dificuldades didáticas na aplicação destes assuntos” (RAPOSO, 2014, p. 2). Problemas enfrentados na Educação Básica para o ensino da NdC têm relação com os problemas enfrentados na formação de professores de Física. Assim como se identifica a falta de materiais didáticos sobre a NdC apropriados para o contexto do ensino médio, os materiais disponíveis/dedicados à formação superior também são escassos.

Dentre as abordagens utilizadas para tratar sobre a NdC em sala de aula, a mais frequente nos artigos analisados é o uso de episódios históricos. A utilização de episódios históricos é popular por permitir a apresentação de uma pluralidade metodológica na ciência e no processo científico, confrontando diferentes aspectos da NDC (FORATO *et al.* 2017). Além disso, uma motivação presente em alguns dos textos consiste em apresentar abordagens menos frequentes para tratar sobre a NdC, utilizando animações digitais (HIDALGO; SCHIVANI; SILVA, 2018), realizando leituras em sala de aula (ALMEIDA, 2012), utilizando filme de drama biográfico (LONDERO; SORPRESO, 2017), ou a partir da proposta de pedagogia de projetos (RAPOSO, 2014). Ainda que na seleção feita para este estudo apareçam diferentes abordagens, os autores dos artigos selecionados para análise consideram que existem poucas referências práticas da inserção da NdC no ensino superior e têm interesse em manter aberta e viva a discussão de como fazer isso. O intuito consiste em “contribuir na discussão das possibilidades e dificuldades que tangem à implementação [...]” (HIDALGO, 2009, p. 2) da NdC nos cursos de graduação.

Cada um dos textos selecionados apresenta a implementação de alguma proposta, um curso ou minicurso ou até aplicação de avaliação sobre conhecimentos físicos, tendo sido essa uma característica essencial para entrar no escopo dessa pesquisa. Dentre as implementações variam entre criação de abordagens para o uso de episódios históricos (MOURA, SILVA, 2013; HIDALGO; SCHIVANI; SILVA, 2018), promoção do protagonismo dos alunos através da Pedagogia de Projetos (RAPOSO, 2014), proposição de um sistema de avaliação para o conhecimento pedagógico do conteúdo (SILVA, MARTINS, 2018), investigação do conhecimento pedagógicos do conteúdo dos professores em formação (SILVA, MARTINS, 2019), implementação de disciplina (MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007), debater dificuldades no ensino da NdC em disciplinas do curso de LF (FERREIRA, 2009).

A maior parte dos artigos trata de implementações em disciplinas destinadas especificamente ao estudo da história e filosofia da ciência ou da NdC. Assim, é notável que existe uma certa desvinculação entre o conteúdo científico em si e os conhecimentos chamados metacientíficos, ou as concepções/pensamentos sobre NdC. Estes comentam sobre um processo de estudo de um modelo teórico anterior à implementação da proposta sobre os temas da NdC. Raposo (2014) utiliza trechos originais de Galileu, para que possam ser retiradas informações experimentais, gráficas, matemáticas e esquemáticas. Em contrapartida, Londero e Sorpreso, (2017) não comentam sobre nenhum texto, referência ou atividade que inclua em específico algum assunto do modelo teórico abordado.

Grande parte dos textos analisados utiliza questionários e/ou entrevistas como estratégia de avaliação da recepção/percepção dos alunos às propostas implementadas. Em dois dos textos

são mencionadas estratégias/instrumentos de avaliação da disciplina utilizando a montagem de um minicurso (MOURA, 2014) ou seminário (FERREIRA, 2009) como proposta avaliativa, em que também era possível verificar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes sobre a NdC.

O acesso aos materiais de conteúdo histórico utilizado é uma preocupação de alguns autores, Hidalgo, Schivani e Silva, 2018 garantiram que o conteúdo acessado pelos estudantes pertencesse a um repositório gratuito. Outros artigos trazem como material de base artigos disponíveis nas mais diversas revistas nacionais e internacionais. Dessa maneira, percebe-se a preocupação dos pesquisadores e autores com relação à disponibilidade dos materiais necessários para a aplicação das propostas. Algumas descrições são mais detalhadas que outras, alguns materiais de mais fácil acesso que outros. No entanto, levando em conta que cada proposta foi aplicada em um ambiente diferente, com pessoas diferentes, por pessoas diferentes, não é possível garantir que em outras situações as discussões serão as mesmas, ou que a recepção dos alunos à proposta será a mesma. Isso significa que qualquer proposição possui limitações que devem ser consideradas, e sempre que possível, previstas pelos professores, de maneira que adaptações pontuais das atividades possam conduzir aos mesmos objetivos de ensino.

É interessante que os trabalhos também prevejam algum tipo de avaliação, tanto da atividade proposta em si quanto para a disciplina, para que assim, as intervenções possam ser aplicadas em outros contextos.

Considerações finais

Neste trabalho, construímos uma narrativa em torno das questões que nortearam esta investigação, buscando responder por que, o que e como a NdC e a formação de professores estão relacionados, a partir de elementos dos artigos selecionados para análise e das categorias e subcategorias. Nesta análise interpretativa da NdC na formação de professores de física, levamos em conta a motivação para realização da pesquisa expressa em cada texto analisado, os métodos de avaliação empregados e a aplicabilidade das pesquisas em outros contextos.

Compreendemos que os artigos analisados iluminam um caminho ainda em construção com relação ao ensino da NdC na formação de professores de física, pelo menos nos que diz respeito à aplicação de propostas concretas em disciplinas regulares/obrigatórias dos cursos, considerando estratégias de ensino e de avaliação. A análise aqui apresentada buscou evidenciar estas contribuições. No entanto, há limitações que devem ser levadas em consideração, como a falta de material específico, pelo menos nas publicações nos periódicos analisados, para estas abordagens no contexto do ensino superior.

Em suma, dentre as questões não exploradas nesta análise, algumas delas também não mencionadas nos artigos analisados, e que são de interesse para futuras investigações, podemos destacar: Como é que os alunos têm acesso ao conteúdo científico dentro de cada implementação? E ao conteúdo da NdC? Como é possível garantir que as concepções sobre NdC são abordadas? As estratégias de avaliação são compatíveis com as estratégias de ensino do conteúdo da NdC? Quais estratégias podem contribuir para evitar a desvinculação entre o conteúdo científico e concepções sobre NdC de forma a obter propostas didaticamente mais adequadas aos objetivos de ensino que defendemos?

Referências

ALMEIDA, A.V.; FARIAS, C.R.O. A Natureza da Ciência na Formação de Professores: Reflexões a partir de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16, n.3, p.473-488, 2011.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edição revista e ampliada, São Paulo, Brasil: Edições 70, 2011.

DAGHER, Z.R.; ERDURAN, S. Reconceptualizing the nature of science for science education. Why does it matter? **Science Education**, v.25, n.1-2, p.147-164, 2016.

FERREIRA, G.K.; CUSTÓDIO, J.F. Cenários do Debate sobre a Natureza da Ciência nos Cursos de Licenciatura em Física no Brasil, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2021.

FORATO, T.C.M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R.A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.1, p.27-59, 2011.

FORATO, T.C.M.; MARTINS, R.A.; PIETROCOLA, M. History and nature of science in high school: building up parameters to guide educational materials and strategies'. **Science Education**, 21, p.657-682, 2012.

FORATO, T.C.M.; MARTINS, R.A.; PIETROCOLA, M. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, VII, Atas.. Florianópolis, 2009.

GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A. The Nature of Scientific Practice and Science Education Rationale of a Set of Essential Pedagogical Principles. **Science Education**, v.27, n.5-6, p.435-455, 2018.

Referências – textos analisados

ALMEIDA, M.J.P.M. Leituras de História e Filosofia da Ciência na Formação Inicial de Professores. **Educação (Rio Claro. Online)**, v.22, p.26-40, 2012.

FORATO, T.C.M.; BAGDONAS, A.; TESTONI, L. Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores. **Enseñanza de las Ciencias**, v.extra, p.3511-3516, 2017.

JÚNIOR, E.R.; LUNA, F.J.; HYGINO, C.B.; LINHARES, M.P.; ARAÚJO, M.R.D.C.F. Um estudo de caso histórico sobre o experimento de Foucault no Brasil, elaborado por uma professora do ensino médio na formação continuada a distância. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.33, n.1, p.162-193, 2016.

HIDALGO, J.F.M. Discutindo a natureza da ciência na formação de professores: desafios e perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, n.extra, p.3182-3185, 2009.

HIDALGO, J.M.; SCHIVANI, M.; SILVA, M.M. História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.35, n.3, p.805-850, 2018.

LONDERO, L.; PAVAN SORPRESO, T. A natureza das ciências na formação de professores de física por meio do drama biográfico “Marie Curie, une femme sur le front”. **Enseñanza de las Ciencias**, n.extra, p. 3741-3746, 2017.

MARTINS, R.A. História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. **Educação: Teoria e Prática**. v.22 n.40, p.5-25, 2012.

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

MOURA, B.A.; SILVA, C.C. A abordagem multicontextual da história da ciência na formação de professores de física: análise de um estudo de caso. Anais... Girona: **Enseñanza de las Ciencias**, 2013.

MOREIRA, M.A.; MASSONI, N.T.; OSTERMANN, F. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.29, n.1, p.127-134, 2007.

RAPOSO, W.L. História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n.3, p.722-738, 2014.

SILVA, B.V.C.; MARTINS, A.F.P. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.36, n.3, p. 735-768, 2019.

SILVA, B.V.D.C.; MARTINS, A.F.P. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.35, n.2, p.389-413, 2018.

SILVA, C.C; BAGDONAS, S. Uma proposta de abordagem explícita de aspectos da natureza da ciência em cursos de formação de professores a partir da história da cosmologia. **Enseñanza de las Ciencias**, v.extra, p. 2503-2507, 2009.