

A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional^{+*1}

Abigail Vital

Centro Universitário Geraldo Di Biase

Barra do Piraí – RJ

Andreia Guerra

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso S. da Fonseca

Rio de Janeiro – RJ

Resumo

O presente artigo apresenta os resultados de uma investigação sobre as estratégias utilizadas por professores de Física egressos do Mestrado Profissional, na construção de propostas pedagógicas em que o conceito de Natureza da Ciência é utilizado como eixo condutor do ensino de Física no Ensino Médio. O objetivo do artigo é analisar os caminhos seguidos por tais professores e verificar como as referências atuais sobre o tema foram por eles incorporadas. A abordagem qualitativa e a análise temática de conteúdos foram utilizadas como caminho metodológico e os resultados indicam que os objetivos dos professores foram alcançados, na maioria das vezes, de maneira satisfatória em relação à compreensão do processo de construção do conhecimento científico.

⁺ The Nature of Science in Physics Education: teaching strategies developed by Master Degree Physics teacher

^{*} *Recebido: outubro de 2013.
Aceito: fevereiro de 2014.*

¹ Apoio do CNPq.

Palavras-chave: *Natureza da Ciência. Estratégias didáticas. Visões da ciência.*

Abstract

This paper discuss the results of a study on the strategies used by Master Degree Physics teachers in the elaboration of pedagogical proposals that the concept of Nature of Science is used as an important issue for Physics lessons in High School. The aim of this paper is to analyze the paths followed by these teachers and verify how the current data of Science education research were considered by them. The qualitative approach was used as methodological approach and the results indicate that teachers' goals generally were achieved satisfactorily, regarding the understanding of the construction of scientific knowledge.

Keywords: *Nature of Science. Teaching strategies. Conceptions of Science.*

I. Introdução

Vivemos em um mundo intensamente impactado pelos avanços da ciência. De uma ciência que, paradoxalmente, é patrocinada por muitos e compreendida por poucos. Ter acesso ao conhecimento científico, compreendê-lo e participar de sua produção é uma aspiração que tem marcado diferentes discursos, por diferentes razões (GERMANO, 2011).

Com o objetivo de oferecer instrumentos que possibilitem o pleno desenvolvimento das crianças, jovens, adolescentes e adultos brasileiros, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica (BRASIL, 2013) determinam que a organização do currículo garanta o desenvolvimento do conhecimento científico pertinente aos diferentes tempos, espaços e sentidos, da mesma forma que permita a compreensão sobre o que é ciência, qual a sua história e a quem ela se destina. Observa-se a pertinência de tal determinação quando são analisados os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes² (PISA), um

² O PISA é coordenado internacionalmente pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). No Brasil, o programa está a cargo do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

estudo internacional que tem a finalidade de avaliar a capacidade que os alunos com quinze anos de idade demonstram para a resolução dos desafios da vida cotidiana. Resultados recentes do programa revelam que os alunos brasileiros não desenvolveram suficientes competências na área de ciências, fato evidenciado pela posição que o Brasil ocupou no exame realizado em 2012: 59º lugar no ranking geral, num total de 65 países participantes.

Os problemas apresentados pelo ensino de ciências na atualidade têm motivado os pesquisadores a refletirem sobre os objetivos da educação científica e os desafios presentes na escola (FOUREZ, 2003), sobre o uso de estratégias de raciocínio e solução de problemas próprios do trabalho científico (POZO; CRESPO, 2006), sobre a necessidade de problematizar os mitos e as visões de ciência que permeiam o ambiente escolar (LEDERMAN, 2007; GIL-PÉREZ *et al.*, 2008; TREAGUST; DUIT, 2008; HARRES *et al.*, 2012,), dentre outras diversas questões que comprometem a educação científica.

Proporcionar discussões sobre a natureza, os procedimentos, os desafios e as limitações da ciência, de forma a levar os alunos a refletirem sobre o processo de construção do conhecimento científico, tem sido apontado por diversos autores como um dos objetivos da educação científica (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000; PETRUCCI; DIBAR URE, 2001; CONCANNON *et al.*, 2013). Nesse caminho, a História e a Filosofia da Ciência (HFC) são consideradas como uma possibilidade de alcançarmos resultados favoráveis para a educação científica (ZANETIC, 1990; SOLOMON *et al.*, 1992; GIL-PÉREZ, 1993; MATTHEWS, 1994; MCCOMAS *et al.*, 1998; HODSON, 2009; FORATO *et al.*, 2011; GUERRA *et al.*, 2013). Utilizada como uma estratégia didática que facilita a compreensão dos conteúdos escolares, a história da ciência permite a professores e alunos discussões de diferentes visões sobre a ciência, revelando como os cientistas desenvolveram teorias e conceitos, as influências que sofreram e os interesses que os motivaram. A HFC possibilita também a problematização dos mitos que reforçam a ideia de neutralidade da ciência, exaltam a genialidade dos cientistas e apontam para a exclusividade do método científico como ferramenta para se chegar a verdades científicas irrefutáveis (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2006).

Em consonância com as características da HFC apresentadas pelas pesquisas, as reformas curriculares ocorridas em vários países a partir das últimas décadas do século XX, passam a propor que o trabalho realizado em sala de aula, em todos os níveis de escolaridade, tenha novos objetivos. Defende-se nesse caminho, que a educação científica contemple tanto os produtos do fazer científico quanto os fundamentos necessários à compreensão das características do processo de elaboração da ciência, explicitando a maneira como os conhecimentos científicos foram

e são construídos. Dessa forma, acredita-se ser possível transformar aulas sem sentido e desinteressantes em espaços em que a educação científica seja mais significativa (HODSON, 2009; MATTHEWS, 1995; SOLOMON *et al.*, 1992; McCOMAS *et al.*, 1998). Uma característica presente nas reformas curriculares é a inclusão do ensino de aspectos da Natureza da Ciência (NdC). Definida por Lederman (1992) como um conjunto de saberes sobre o conhecimento científico, o conceito de NdC inclui os contextos de produção da ciência, os métodos utilizados, as ligações entre ciência e tecnologia, as crenças e valores envolvidos, o papel dos cientistas, as relações da ciência com a sociedade, a compreensão pública da ciência, bem como a história, sociologia e filosofia da ciência abrangendo suas dimensões sociais, econômicas, morais e culturais.

Mesmo tendo motivado intensas discussões acerca da pertinência de sua incorporação aos currículos escolares, algumas pesquisas apontam que a NdC não tem sido satisfatoriamente abordada pelos professores (FORATO *et al.*, 2011; HOTTECKE; SILVA, 2011; MARTINS, 2007). Na busca de caminhos capazes de potencializar práticas que visem promover discussões de NdC e transformar as aulas de ciências em locais de reflexões sobre a ciência, é preciso considerar as perspectivas do professor, suas crenças sobre o ensino e o que julgam serem os maiores objetivos do ensino de ciências. Esse olhar para a prática docente deve estar pautado na dinamicidade do processo educacional, de forma a considerar que os professores produzam conhecimento em sua própria prática diária. Suas crenças e valores são moldados na ação cotidiana. A escola é, portanto, um dos locais dessa formação. Porém, a escola não é um mero espaço de reprodução do *status quo*. Ela representa um espaço de luta, onde o tradicional e a busca por mudanças confrontam-se diariamente (GIROUX, 2006).

Essas reflexões devem ser conjugadas com o fato de que em um trabalho escolar em que se pretende discutir processo de construção da ciência, o professor não pode trabalhar numa posição de apresentador de verdades (HOTTECKE, 2010). Um ensino de ciências que tenha por pressuposto discutir a NdC é um ensino reflexivo, um ensino que pretende trazer aos alunos reflexões e problematizações sobre a ciência, no sentido de ressaltar que esse conhecimento é construído dentro de um tempo e espaço específicos e que, por isso, dialoga com os diferentes saberes de seu tempo e espaço. Esse objetivo faz com que haja uma alteração do papel do professor e do aluno em relação à cultura didática. Para que os alunos reflitam sobre limites e possibilidades do conhecimento científico, as salas de aula de ciências precisam se tornar espaços de questionamento e não de transmissão unilateral do conhecimento científico. É preciso romper com a posição do professor como detentor de verdades. O professor, ao contrário, deve

estabelecer com seus alunos um diálogo de forma a problematizar a visão de ciência como um conhecimento de crescimento linear, e, então, trazer à tona as controvérsias históricas, estabelecendo que a ciência não é um conhecimento pronto e acabado (FORATO, 2009).

Tais considerações levaram-nos a desenvolver o presente trabalho com a finalidade de trazer subsídios para a pesquisa em ensino de ciências a partir de reflexões sobre a implementação de aulas de ciências em que questões de NdC foram discutidas. Com vistas a cumprir esse propósito, desenvolveu-se um estudo sobre o trabalho de professores que construíram propostas pedagógicas em que a NdC foi abordada de maneira explícita no processo educativo. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida teve o objetivo de buscar respostas para as seguintes questões: Quais foram as estratégias didáticas utilizadas pelos docentes? Como essas estratégias dialogam com a literatura específica da área?

Antes de apresentarmos a pesquisa que subsidiou a construção de respostas às questões formuladas, será importante destacarmos reflexões que apontam a importância da discussão sobre Natureza da Ciência no ensino de ciências.

II. A natureza da ciência no ensino de ciências

Na educação científica, a compreensão da ciência é uma meta que tem mobilizado esforços de pesquisadores e professores. Hodson (2009) argumenta que a democratização do acesso ao conhecimento científico implica tanto no desenvolvimento dos indivíduos quanto no das nações. Na medida em que as pessoas tornam-se mais aptas a entender o mundo tecnológico em que vivem e passam a dispor de conhecimentos científicos, beneficiam-se individualmente e também contribuem para que a própria ciência obtenha mais recursos humanos e mais apoio para pesquisas:

[...] as pessoas que possuem conhecimentos científicos e tecnológicos têm acesso a uma ampla gama de oportunidades de emprego e estão bem posicionados para responder positivamente e com competência quando ocorre a introdução de novas tecnologias no seu local de trabalho (HODSON, 2009, p. 3).

Para que os alunos alcancem tal compreensão, os currículos escolares devem abordar tanto os aspectos envolvidos nos processos de elaboração da ciência, quanto os conhecimentos científicos (ALLCHIN, 2011). Nesse sentido, a aprendizagem dos conhecimentos científicos é tão importante quanto à compreensão sobre

os pressupostos, os interesses, os limites e o contexto em que os mesmos foram construídos, ou seja, a compreensão sobre aspectos da NdC. Allchin (2011) ao discutir esse redimensionamento do Ensino de Ciências lembra que não se deve confundir uma ênfase especial em NdC com a supressão do conteúdo científico. Para o autor, há três dimensões igualmente importantes na educação científica: a aprendizagem dos aspectos sobre o processo de construção da ciência, o desenvolvimento de habilidades analíticas e a aprendizagem dos conteúdos científicos.

A diversidade de concepções acerca da NdC provoca a dificuldade de se obter um consenso absoluto em relação aos pressupostos considerados válidos e provoca até questionamentos em relação à pertinência do ensino desses pressupostos (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). Apesar da diversidade, pesquisadores da área de ensino de ciências apontam que existem pontos consensuais entre educadores, filósofos, sociólogos e historiadores da ciência sobre Natureza da Ciência que podem e devem ser levados à sala de aula (PUMFREY, 1991; McCOMAS *et al.*, 1998; LEDERMAN, 2007). Dentre os aspectos que podem ser considerados consensuais para a obtenção de conhecimento sobre a ciência e concepções bem fundamentadas sobre a produção do conhecimento científico, podemos citar:

- A inexistência de um único método científico, universal e infalível: é importante observar que diferentes e variados métodos têm sido utilizados na construção do conhecimento científico (McCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA *et al.*, 2007).
- A ciência entendida como tentativa de explicação dos fenômenos; os cientistas formulam hipóteses que são rigorosamente testadas, embora as evidências experimentais sejam utilizadas na investigação científica para buscar generalizações que se mostrem coerentes em outras situações. (McCOMAS *et al.*, 1998; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA *et al.*, 2007).
- A influência de sistemas e paradigmas teóricos na construção do conhecimento científico: a ciência não é construída a partir de dados puros. O observador, frente a uma questão de investigação, coleta, observa e interpreta os dados disponíveis, com base nas certezas e convicções que possui (McCOMAS *et al.*, 1998; KUHN, 2007; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA *et al.*, 2007).
- A dimensão humana da ciência: o conhecimento científico não é construído por gênios, mas por pessoas que utilizam criatividade e sofrem influências da cultura a que pertencem (McCOMAS *et al.*, 1998; PRAIA *et al.*, 2007).
- A sujeição do desenvolvimento científico aos contextos sociais, políticos, culturais e históricos; esses contextos criam demandas para a ciência, que não é autônoma (MATTHEWS, 1995; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; PRAIA *et al.*, 2007).

- O caráter evolutivo e revolucionário da história da ciência: o produto da ciência sofre alterações e transformações (McCOMAS *et al.*, 1998).

Apesar de muitos trabalhos na área de ensino de ciências terem sido apoiados nessa linha, alguns pesquisadores apresentam críticas à visão consensual. Para eles, essa visão se apresenta limitada, seja porque não abarca a diversidade entre as diferentes ciências (IRZIK; NOLA, 2011), seja porque não consegue dar conta de uma visão integral das ciências, apresentando apenas uma visão parcial das mesmas (ALLCHIN, 2011).

Os críticos da visão consensual apresentam algumas alternativas para discutir NdC em sala de aula. Allchin (2011) argumenta que um dos propósitos da educação científica é permitir aos alunos responder questões usuais que envolvem resultados recentes das pesquisas científicas e que para alcançar tal objetivo, os estudantes devem reconhecer os limites e possibilidades do conhecimento científico. Assim, o trabalho em torno à NdC deve focar essas questões e não se ater à compreensão de questões do tipo: o que é um experimento científico, qual a diferença entre lei e teoria.

Por outro lado, Irzik; Nola (2011) sugerem que a discussão sobre NdC em sala de aula seja baseada no conceito de semelhança de família, conceito esse apropriado do filósofo Wittgenstein. De acordo com esses pesquisadores, o uso dessa categoria permite tratar de aspectos importantes apresentados na lista consensual, sem que simplificações indevidas sejam realizadas e sem que sejam desconsideradas as diferenças entre as ciências. Para esses autores, deve-se discutir em sala de aula não o que é comum a todas as ciências, mas o que é similar e o que é diferente entre elas.

As concordâncias e discordâncias também se fazem presentes entre os pesquisadores quando são apontados os resultados que podem ser obtidos a partir da abordagem da NdC no processo educativo. Driver *et al.* (2000), ao discutir o papel da argumentação na compreensão da NdC, afirmam que os alunos teriam oportunidade para explorar seus próprios pontos de vista e desenvolver habilidades necessárias à tomada de decisões numa sociedade democrática. Vários pesquisadores acreditam que a NdC pode contribuir para a formação de pessoas que tenham competência para argumentar e participar de debates sobre as relações entre os desenvolvimentos científicos e seus efeitos sobre a sociedade (ERDURAN *et al.*, 2006; MOURA, 2008; HODSON, 2009; ALLCHIN, 2011).

Contrariando algumas dessas expectativas, encontramos entre os estudiosos que se dedicam à reflexão sobre as consequências da inclusão da NdC nos currículos escolares, aqueles que apresentam divergências que contribuem para a reflexão sobre o tema.

Zeidler *et al.* (2002), ao investigarem as concepções da NdC manifestadas por alunos do ensino médio e universitários, concluíram que os mesmos não tomam decisões baseadas no que aprendem na escola. Ao serem confrontados com situações em que suas próprias crenças são postas em xeque, os alunos desprezam os dados científicos aprendidos nas lições de Ciência. Isso ocorre, segundo os autores, porque o conhecimento da NdC é metacognitivo e, por essa razão, exige dos alunos a consciência de que sabem e do que podem fazer com o que sabem.

Davis *et al.* (2005) afirmam que, para tomar decisões adequadas sobre qualquer questão, além de ter conhecimento sobre si mesmo e sobre tudo o que o rodeia, o indivíduo precisa mobilizar estratégias de pensamento que lhe permitam utilizar essas informações a partir de determinados valores que orientarão suas decisões. Nesse sentido, Zeidler *et al.* (2002) advertem sobre a necessidade de que sejam também objeto de discussão as questões morais e éticas envolvidas na NdC. Por outro lado, Praia *et al.* (2007) defendem que conhecimentos científicos de nível elevado nem sempre são determinantes para tomar decisões adequadas. O que os cidadãos precisam, de fato, é de conhecimentos específicos e acessíveis que possibilitem a compreensão dos problemas e a proposição de possíveis soluções e a escola pode ser um espaço a proporcionar tais conhecimentos.

Na discussão já consolidada entre os especialistas da área, muitos pesquisadores (NASCIMENTO; CARVALHO, 2004; FORATO *et al.*, 2011; GUERRA *et al.*, 2013) apontam que a inserção da HFC no ensino pode ser um caminho eficaz para promover a discussões sobre a NdC.

Discussões sobre episódios históricos revelam o caráter humano, coletivo e social da produção científica, as disputas e as controvérsias inerentes a essa produção, permitindo assim que os alunos se sintam mais estimulados a participarem das aulas, a adotarem uma visão mais adequada sobre o conhecimento científico, a transformarem seus próprios pontos de vista para que possam discuti-los e reformularem suas crenças com coerência. Acredita-se também que, através dos elementos da história da ciência e da ênfase nos aspectos da NdC, é possível evidenciar as rupturas, as crises e os interesses envolvidos nos processos de elaboração da ciência. Além disso, os professores poderão desmascarar a aparente simplicidade da ciência que, da forma como aparece nos materiais escolares, transmite a ideia de obviedade que em nada contribui para melhorar a compreensão que os alunos têm sobre o conhecimento científico (McCOMAS, 2008; HODSON, 2009; SOLBES; TRAVER, 2001; MARTINS, 1998; FORATO *et al.*, 2011).

Vilas Boas *et al.* (2013), ao discutirem a relação entre HFC e NdC, afirmam que tal prognóstico pode não se confirmar: a inclusão da abordagem histórico-filosófica no currículo pode não afetar as crenças que os alunos possuem acerca

da ciência se os professores não tiverem a habilidade para utilizá-la de forma a desenvolver “[...] um pensamento divergente sobre o conteúdo, o que poderia torná-los mais preparados para lidar com as dificuldades que seus alunos frequentemente apresentam no que diz respeito à sua compreensão” (VILAS BOAS *et al.*, 2013, p. 315).

Tendo em vista essa dimensão reflexiva do processo educativo, não serão observados resultados satisfatórios se os alunos forem orientados apenas a “aprender” os itens de uma lista de aspectos da NdC, proposta pelo professor. A imposição de pontos de vista, ainda que considerados adequados, é ineficaz para promover uma educação científica crítica. A possibilidade de acesso a uma compreensão autêntica da NdC será maior na medida em que houver “familiaridade com o contexto, o entendimento dos conceitos básicos da ciência, o interesse na situação e a oportunidade de utilizar o conhecimento em outras situações [...]” (HODSON, 2009, p. 29).

Gil-Pérez *et al.* (2001) e Praia *et al.* (2007) sugerem a apresentação de situações problemáticas abertas e criativas, para as quais os alunos, em um trabalho coletivo, formularão hipóteses, planejarão estratégias de solução, sob a orientação do professor. Dessa forma, espera-se que os professores possam ir além de meras atividades livrescas e das exaustivas exposições verbais para construir alternativas que levem seus alunos a resolver problemas relevantes que fomentarão uma aproximação da real cultura científica e tecnológica.

Em oposição às ideias kuhnianas, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) argumentam que a eficácia do ensino da NdC requer a utilização de estratégias que privilegiem a reflexão explícita sobre as questões que permeiam a produção científica e a relação destas com o cotidiano dos alunos. Para Kuhn (2000), na medida em que através da História da Ciência podemos, potencialmente, discutir o processo de construção da ciência, e, assim, mostrar aos alunos a realidade nem sempre ideal da produção científica, a abordagem histórica revelaria pormenores sobre o fazer científico que em nada contribuiriam para a educação científica. Na direção oposta, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) apresentam uma alternativa para que o conhecimento sobre a ciência se torne acessível e compreensível aos alunos. Suas pesquisas indicam que o conhecimento pedagógico dos professores deve permitir que eles apresentem aos estudantes vários exemplos, histórias e demonstrações relacionados a episódios históricos, utilizando uma abordagem explícita e contextualizada dos aspectos de NdC envolvidos nos fatos e fenômenos abordados. Uma vez que o professor explicita claramente os aspectos relativos à NdC sem esperar que o aluno abstraia esses aspectos por si mesmo, as dificuldades de compreensão podem ser superadas.

Schwartz *et al.* (2004) acreditam que a instrução baseada em investigações favoreça a criação de um contexto propício para a aprendizagem sobre a natureza do conhecimento científico. Um ambiente de aprendizagem será favorável à medida que os alunos, enquanto desempenham o papel de investigadores, discutam explicitamente as características do fazer científico, estimulados pelas investigações realizadas em sala de aula. Da mesma forma, Crawford (2000) afirma que essa estratégia de ensino pode melhorar o engajamento e a compreensão que os alunos têm sobre a ciência. O desenvolvimento de projetos de aprendizagem envolvendo investigações, nos quais a busca coletiva de solução para problemas reais é direcionada pelas reflexões sobre os conceitos que norteiam a investigação, é essencial ao sucesso dessa estratégia didática. Isso porque o envolvimento na resolução de problemas autênticos representa um salto de qualidade em relação às atividades em que os alunos precisam simplesmente dar respostas consideradas “corretas” em exercícios propostos por livros didáticos ou em roteiros de atividades em laboratórios.

Reis *et al.* (2010) indicam a abordagem externalista da História da Ciência como caminho para promover mudanças nas concepções que os professores têm sobre NdC. Os autores propõem a inclusão de estudos de HFC na formação básica dos docentes com o objetivo de familiarizá-los com a história do pensamento científico e, dessa forma, modificar a visão equivocada de NdC que possuem.

Tibaud (2009) afirma ser necessário aprofundar não apenas a reflexão sobre a subjetividade e a relatividade da ciência e sua relação com a tecnologia e a sociedade, mas, principalmente, ampliar a investigação sobre a dinâmica da sala de aula. A pesquisa realizada pela autora indica que fatores presentes no processo educativo influenciam de maneira importante a transposição da NdC para a prática docente.

Indubitavelmente, uma adequada compreensão da natureza epistêmica, histórica, sociológica, ética e política da ciência é uma questão prioritária na educação científica e justifica-se a atenção que vem sendo dispensada a esta questão.

III. Os caminhos metodológicos

Recorremos a uma abordagem qualitativa para responder à questão central da pesquisa. Para delimitar o objeto da pesquisa consideramos, inicialmente, os desafios enfrentados por professores que decidem abordar explicitamente a NdC nas aulas de Física, na educação básica. Em um autêntico confronto com a cultura didática vigente, esses docentes lançam mão de um “saber plural” composto de conhecimentos adquiridos a partir da reflexão sobre sua prática profissional, da

própria experiência e da formação adquirida em cursos de graduação e pós-graduação (TARDIF, 2002).

A partir dessas avaliações, optamos por buscar no Mestrado Profissional (MP) em Ensino de Ciências os trabalhos de professores que se adequassem à presente investigação. O MP é uma modalidade de pós-graduação na qual os professores são incentivados a elaborar, aplicarem e avaliarem produtos educacionais que efetivam a aplicação do conhecimento gerado e adquirido pelo mestrando. A aplicação do produto educacional implica no contato com a realidade das escolas e permite a reflexão sobre a ação empreendida. A elaboração de tais produtos é fundamentada em concepções contemporâneas sobre o ensino de ciências resultando em materiais que possam ser aplicados no sistema educativo com o objetivo de promover a melhoria do ensino na área específica. Os resultados da aplicação dos produtos devem ser descritos nas dissertações defendidas ao final dos cursos de MP (BRASIL, 2012; OSTERMANN; RESENDE, 2009).

Fora essas delimitações, optou-se por delimitar o objeto de pesquisa em que o trabalho explícito da NdC em sala de aula ocorresse a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. Dessa forma, foram selecionadas dissertações de mestrado profissional que apresentaram propostas educacionais que privilegiaram a História e Filosofia da Ciência como o caminho para se trabalhar em sala de aula reflexões sobre a ciência e, assim, abordar a NdC. Essa delimitação do objeto de pesquisa deveu-se ao fato de que uma revisão literária na área de História e Filosofia da Ciência e Ensino ter indicado que muitos dos trabalhos da área apontam a discussão da NdC, como um dos objetivos para o trabalho histórico-filosófico. A esse aspecto somou-se o fato de que, ao delimitarmos a História e Filosofia da Ciência e Ensino, a seleção das dissertações/produtos a serem analisados poderia ocorrer a partir do encontro de cursos de mestrado profissional que tivessem uma linha de pesquisa explícita em História e Filosofia da Ciência no ensino.

A datar dessas considerações, realizou-se junto ao Portal da CAPES um estudo dos programas de MP na área de Ensino, com vistas a destacar aqueles que apresentassem linhas de pesquisa na área de História e Filosofia da Ciência e Ensino. Escolhemos aquelas instituições que trabalhavam explicitamente com ensino de Física e que tinham dissertações defendidas na área selecionada entre os anos de 2010 e 2011, com produtos educacionais aplicados e avaliados. As informações obtidas indicaram a ocorrência de três instituições no perfil selecionado: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Rio de Janeiro (CEFET-RJ).

Em 2010 e 2011, período que delimitamos para a realização da pesquisa, ocorre um recrudescimento da produção e da pesquisa que pode ser constatado através do número de dissertações defendidas nos programas da área. Dentro desse recorte temporal, buscamos as dissertações nas quais os professores explicitaram situações didáticas específicas, com vistas a promover uma visão não distorcida da ciência e garantir a aprendizagem de determinados conhecimentos científicos.

Como resultado dessa busca, identificamos 12 (doze) trabalhos, sendo: 4 (quatro) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), 1 (um) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e 7 (sete) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, do Rio de Janeiro (CEFET-RJ). Para possibilitar a identificação das dissertações optamos por uma codificação alfanumérica, sendo que a sequência numérica estabelecida apenas organiza os trabalhos em função do ano em que estes foram defendidos, sendo, portanto, aleatória a ordem designada aos trabalhos nos anos de 2010 (D1 a D4) e 2011 (D5 a D12). Nas tabelas são também identificados os autores, as instituições e os temas das dissertações analisadas.

As dissertações foram submetidas à análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). A escolha desse método de análise de dados, dentre outras possibilidades existentes no campo das pesquisas qualitativas, deve-se à busca por um procedimento que proporcionasse uma visão abrangente sobre as informações disponíveis nos documentos analisados. Um procedimento que permitisse não apenas organizar o conteúdo das dissertações, mas também fazer inferências acerca da elaboração e aplicação das estratégias didáticas utilizadas nos produtos educacionais, nosso foco principal de atenção.

À fase em que foram definidas as dissertações que se constituíram em objeto da pesquisa – denominada por Bardin (2011, p. 126) de pré-análise – seguiu-se a leitura flutuante das mesmas com o propósito de aprofundar o conhecimento sobre as crenças e opções dos autores. A identificação e seleção das unidades de análise foram realizadas a partir de temas que se originaram dos objetivos da presente pesquisa. A organização dos temas resultou na designação das categorias explicitadas na Tabela 3. A construção das categorias se deu a partir da correlação entre a leitura prévia das dissertações e as questões apontadas pela pesquisa como fundamentais para se discutir a NdC na educação básica.

Tabela 1 – Dissertações do ano de 2010.

ANO 2010				
	INSTITUIÇÃO	AUTOR	TEMA	CONTEXTO DE APLICAÇÃO
D 1	UFRN	SILVA, Boniek V. da Cruz	Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática	Trabalho realizado em 14 aulas, com 78 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Parnamirim (RN).
D 2	UEPB	DIAS, Altamir Souto	O estudo da argumentação na formação do professor de Ciências	Trabalho realizado num curso de curta duração, com alunos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba em dezembro de 2010.
D 3	UEPB	LOURENÇO, Marcio T.	A inserção da disciplina Filosofia no ensino médio e ensino de Física	Trabalho realizado em 4 aulas, com 29 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Campina Grande (PB) em agosto de 2010.
D 4	CEFET-RJ	MENEZES, Ana M. S.	Teoria da relatividade geral no ensino médio	Trabalho realizado em 3 turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública.

Tabela 2 – Dissertações do ano de 2011.

ANO 2011				
	INSTITUIÇÃO	AUTOR	TEMA	CONTEXTO DE APLICAÇÃO
D 5	UEPB	MONTEIRO, Flaviane A.	Discutindo a ciência através dos episódios históricos	Trabalho realizado com 20 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Campina Grande (PB).
D 6	CEFET-RJ	MORAIS, Angelita Vieira	O conceito de energia através da história	Trabalho realizado em 12 aulas, com 68 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do RJ.
D 7	CEFET-RJ	ALCANTARA, Marlon C.	História da Ciência, Filosofia e Arte na Holanda do século XVII	Trabalho realizado em 2 aulas, com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola particular do RJ.

D 8	UEPB	NASCIMEN- TO, Luciano	História e Natureza da Ciência: um roteiro para análise do livro didático	Trabalho realizado com alguns professores da área de ciências humanas e exatas.
D 9	CEFET- RJ	PEREIRA, Julien Lopes.	Controvérsia entre o modelo corpuscular e ondulatório da luz.	Trabalho realizado no 3º ano do Ensino Médio com 50 alunos de uma escola pública e 32 alunos de uma escola particular, ambas do RJ.
D 1 0	CEFET- RJ	ARCANJO Fº, Miguel	Demanda epistemológica no ensino de Física	Trabalho realizado durante 3 trimestres, com 25 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do RJ, em 2010.
D 1 1	CEFET- RJ	BEZERRA, Karla Martins.	Resgatando a dimensão filosófica da Física através de um texto paradidático	Trabalho realizado durante 1 mês, com 86 alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do RJ.
D 1 2	CEFET- RJ	GUTTMANN, Gustavo Antonio Montenegro	Investigações das concepções de alunos sobre a dualidade infinitude X finitude na ciência: cosmologia	Trabalho realizado com 2 turmas de 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular do RJ.

Tabela 3 – Categorias e subcategorias resultantes da análise das dissertações.

Categoria A: Objetivos propostos para a abordagem da NdC no ensino de Física	<ul style="list-style-type: none"> - Compreensão da relação entre a ciência e a sociedade. - Percepção da ciência como atividade humana. - Explicitação da falibilidade dos cientistas. - Explicitação das rupturas no processo de construção do conhecimento científico .
Categoria B: Literatura que embasa a definição dos objetivos propostos	- Diálogo entre referencial teórico e estratégias didáticas utilizadas.
Categoria C: Estratégias didáticas utilizadas pelos autores das	<ul style="list-style-type: none"> - Textos históricos - Questionários

dissertações	<ul style="list-style-type: none"> - Experimentos - Júri simulado - Vídeos - Jogos - Aula expositiva
Categoria D: Dificuldades e obstáculos	<ul style="list-style-type: none"> - Dificuldade de leitura dos textos - Reação a inovações didáticas - Escassez de fontes de consulta - Inadequação do tempo didático

Após a definição das categorias, uma releitura ainda mais minuciosa foi realizada para que pudéssemos realizar, com maior grau de certeza, a filiação do conteúdo a cada uma delas. Limitando-nos ao conteúdo manifesto nas dissertações procuramos explorar, de maneira objetiva, o que foi relatado pelos autores sem considerar os sentidos implícitos nos documentos, buscando inferir diretamente a intenção dos autores (OLABUÉNAGA, 1999).

IV. Resultados e discussão

Antes de iniciarmos a análise detalhada dos resultados extraídos do estudo das categorias descritas, apresentaremos um panorama geral do perfil das dissertações selecionadas.

As referências feitas à NdC ao longo das dissertações evidenciam o tratamento dado ao tema pelos autores. A ocorrência do termo nas introduções, nas seções destinadas à fundamentação teórica, nas descrições dos produtos educacionais e nas referências bibliográficas de todas as dissertações, revela a coerência entre o diálogo estabelecido entre a literatura especializada, os objetivos propostos pelos autores e suas opções metodológicas. Tal abordagem caracteriza também, de maneira inequívoca, a crença dos autores nas possibilidades de utilização da HFC como forma de discutir e transformar visões distorcidas da ciência. As justificativas apresentadas pelos autores das dissertações demonstram que os objetivos explicitados baseiam-se na convicção de que a inserção da história da ciência pode promover o entendimento de aspectos da NdC:

[...] a possibilidade de imbricar a História da Ciência à Natureza da Ciência torna-se uma ótima ferramenta para o manejo de várias abordagens sobre a ciência, melhorando a ideia que os alunos têm sobre ela (D1, p. 15).

Mas o nosso objetivo também carrega uma proposta de reflexão, de modo que, pretendendo servir à introdução da argumentação e oportunamente referenciando e discutindo algumas questões próprias da epistemologia cujo conhecimento deverá contribuir com a visão da natureza da ciência do professor em formação (D2, p. 70).

[...] é através desse ensino historicamente embasado, que o aluno irá obter subsídios para uma compreensão mais sofisticada em relação à natureza da atividade científica [...] (D8, p. 14).

Considerando-se a importância de uma abordagem histórica, esse trabalho tem como objetivo explorar episódios históricos em sala de aula de forma a provocar os alunos e levá-los a uma visão mais adequada da Natureza da Ciência (D5, p. 11).

A análise de conteúdo, como vimos anteriormente, permitiu a classificação dos dados coletados em categorias que se relacionam com o quadro teórico da área e refletem as intenções investigativas da presente pesquisa (BARDIN, 2011). Passaremos, a seguir, a apresentar inferências que consideramos válidas a partir dos dados coletados.

Categoria A: Objetivos propostos para a inserção da NdC no ensino de física

Tabela 4 – Objetivos propostos para a inserção da NdC no ensino de física.

Objetivos	Dissertações
Compreensão da relação entre a ciência e a sociedade	D1
Percepção da ciência como atividade humana	D1, D6
Explicitação da falibilidade dos cientistas	D1, D4
Explicitação das rupturas no processo de construção do conhecimento científico	D3, D6, D7
Descrição geral sem algo específico: Promover visão adequada da ciência	D2, D5, D8, D9, D10, D11, D12

A análise dos dados organizados na Categoria A evidencia que os objetivos explicitados para a utilização da NdC têm como referencial teórico as potencialidades que a literatura da área indica como argumentos favoráveis à sua inserção no ensino. Cabe destacar que alguns autores não explicitam um ou mais aspectos específicos da NdC, mas apenas destacam ser o objetivo proporcionar aos alu-

nos uma visão adequada da ciência. Algumas dessas potencialidades são observadas nas considerações transcritas a seguir.

Contribuir para uma melhor compreensão dos diversos aspectos relativos a NdC, a exemplo da relação entre a ciência e a sociedade, percepção da ciência como atividade humana, falibilidade dos cientistas (D1, p. 15).

Teses epistemológicas grosseiramente equivocadas ou há muito superadas podem ser ingenuamente defendidas pelo professor, e o que poderá livrá-lo de embaraços dessa natureza, cremos, será o conhecimento das discussões epistemológicas atuais [...] (D2, p. 12).

Buscando mencionar também que o conhecimento científico não é um processo linear, vinculado a nomes e datas, mas algo bem mais complexo (D3, p. 63).

[...] levantar a questão sobre a genialidade do cientista, junto aos alunos procurando a colaboração da Literatura com a História e a Filosofia da Ciência. Procurou-se enfatizar o estudo e esforço pessoal no caminho dos cientistas (D4, p.19).

[...] melhorar a aprendizagem do aluno e propiciar uma visão adequada do fazer científico [...] (D5, p.10).

[...] o aluno deve ser motivado a refletir sobre a ciência, aprendendo sobre as possibilidades e limites desse conhecimento, construindo caminhos para a formação da cidadania (D6, p. 13).

Se a Ciência possui importantes correlações com outras áreas do conhecimento, trazer às salas de aula discussões em torno ao processo de construção da Ciência de forma a desvelar a natureza da Ciência pode ser um caminho eficaz (D4, p. 9).

Com o objetivo de observar a relação entre os produtos educacionais e os referenciais teóricos utilizados, realizamos um levantamento da bibliografia apresentada nas dissertações adotando, como linha de corte, a seleção dos autores que foram referenciados em 5 (cinco) ou mais dissertações. A partir daí, analisamos as articulações entre as fontes teóricas e as estratégias utilizadas pelos docentes e constatamos que a fundamentação teórica das dissertações foi construída com o intuito de justificar a abordagem explícita dos aspectos referentes à NdC.

Categoria B: Diálogo entre referencial teórico e estratégias didáticas utilizadas

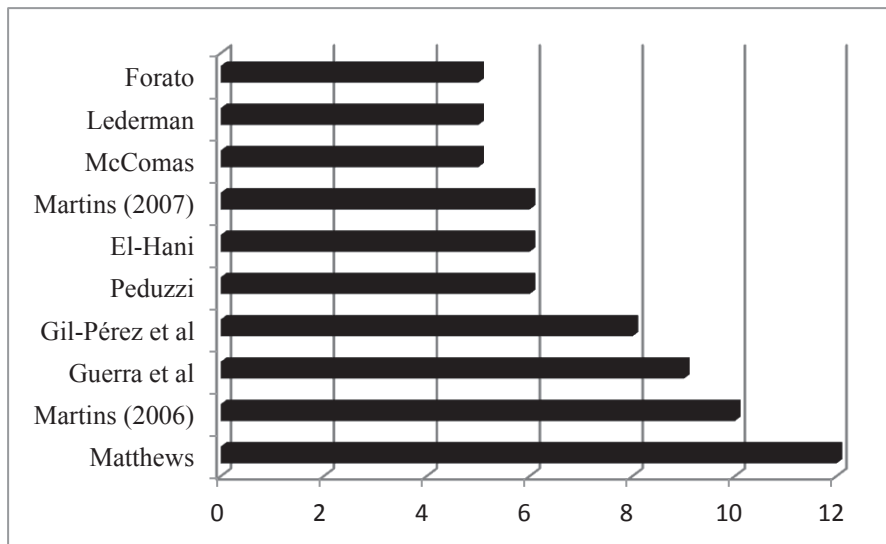


Fig. 1 – Autores mais referenciados nas dissertações.

Conseguimos identificar que, a partir das fontes utilizadas como referência, as dissertações descrevem produtos educacionais que valorizam propostas didáticas inovadoras que possam representar uma alternativa aos problemas que o ensino de Física tem enfrentado e que possam promover melhorias na aprendizagem dos alunos.

Dentre os vários estudos citados, destacam-se os argumentos que Matthews (1995) utiliza para recomendar o uso contextualizado da HFC no ensino. Esse trabalho do pesquisador australiano foi referenciado em todas as dissertações e foi determinante na formulação dos objetivos propostos para a abordagem dos aspectos da NdC no processo educativo. O trabalho do pesquisador Martins (2006) acerca da História e Filosofia da Ciência, e, em particular sobre a abordagem da NdC nos episódios históricos, fundamenta teoricamente 10 (dez) dissertações³. O trabalho dos pesquisadores Guerra, Braga e Reis (2002, 2004, 2007, 2009, 2010), que desenvolvem pesquisas e divulgam práticas contextualizadas sobre abordagens

³ D1, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11

histórico-filosóficas no ensino, embasou 8 (oito) trabalhos⁴. A necessidade da discussão acerca das visões distorcidas sobre a ciência foi abordada em 8 (oito) dissertações⁵ tendo por referência as pesquisas de Gil-Pérez *et al.* (2001).

As possibilidades de exploração dos aspectos sobre a NdC com a finalidade de promover o envolvimento cognitivo dos estudantes foram apontadas em 6 (seis) dissertações⁶ com base nos estudos de El-Hani (2006), da mesma forma que os artigos de Peduzzi (2001)⁷ e Martins (2007)⁸ que discutem estratégias de aplicação didática da história da ciência. As ideias consensualmente aceitas sobre a NdC apontadas por McComas (1998) foram apresentadas em 5 (cinco) dissertações⁹ tal qual as propostas apresentadas por Forato (2009)¹⁰ para o enfrentamento dos obstáculos advindos da transformação da NdC em saber escolar e as pesquisas acerca das concepções de estudantes e professores sobre a NdC desenvolvidas por Lederman (1992, 1995 e 1999).¹¹

Categoria C: Estratégias didáticas utilizadas, resultados obtidos e obstáculos encontrados pelos autores das dissertações

Tabela 5 – Estratégias didáticas utilizadas e resultados obtidos pelos autores das dissertações.

Estratégias	Resultados obtidos
Experimentos	Boa participação dos alunos (D9, p. 20; D7, p. 39).
Leitura de textos	Os alunos mostraram-se interessados (D2, p. 71; D3, p. 94; D4, p. 29; D9, p. 14).
Júri simulado	Explicitação das visões sobre a ciência (D1, p. 157; D12, p. 29).
Produção textual	Explicitação do conhecimento adquirido pelos alunos (D1, p. 168; D6, p. 64).
Aula expositiva	Favoreceu a aprendizagem do conteúdo (D6, p. 66; D9, p. 22).
Vídeos	Empolgou os alunos (D6, p. 66; D7, p. 33; D9, p. 22).

⁴ D1, D4, D6, D7, D9, D10, D11, D12

⁵ D1, D2, D3, D5, D8, D9, D10, D11

⁶ D1, D2, D3, D5, D8, D11

⁷ D1, D3, D4, D8, D10, D11

⁸ D1, D3, D8, D9, D10, D11

⁹ D3, D4, D5, D8, D12

¹⁰ D1, D5, D6, D8, D11

¹¹ D1, D3, D5, D8, D9

Debates e discussões	Geraram reflexão sobre a ciência (D3, p. 64; D4, p. 29; D5, p. 56; D6, p. 66; D7, p. 43).
Roteiro para análise de livro didático	Os professores consideraram o roteiro importante (D8, p. 64).
Questionários	Permitiram a reflexão sobre a ciência (D1, p. 171; D3, p. 92; D4, p. 30; D5, p. 70; D6, p. 31; D9, p. 49).
Mapas conceituais	Os alunos mostraram interesse (D6, p. 117).
Desenhos	Revelaram visão da ciência e dos cientistas (D4, p. 32).
Dinâmicas, pesquisa e cartazes	Alunos demonstraram interesse (D5, p. 56; D3, p. 76).
Jogos	Despertaram o interesse dos alunos (D6, p. 28).

Tabela 6 – Estratégias didáticas utilizadas e obstáculos encontrados pelos autores das dissertações.

Estratégias	Obstáculos
Experimentos	Não foram relatados.
Leitura de textos	Dificuldade de interpretação dos textos (D1, p. 172; D3, p. 78; D5, p. 71; D9, p. 13).
Júri simulado	Dificuldade de obtenção de fontes sobre informações científicas (D12, p. 29).
Produção textual	Dificuldade em produzir textos (D1, p. 171).
Aula expositiva	Não foram relatados.
Vídeos	Não foram relatados.
Debates e discussões	O tempo foi insuficiente (D5, p. 72; D6, p. 116).
Roteiro para análise de livro didático	Falta de conhecimento da história da física (D8, p.64).
Questionários	Dificuldade para contextualizar e interpretar (D3, p. 76; D1, p. 171; D6, p. 116).
Mapas conceituais	Não foram relatados.
Desenhos	Não foram relatados.
Dinâmicas, pesquisa e cartazes	Não foram relatados.
Jogos	Causaram dispersão (D6, p. 115).

Para atingir os objetivos propostos, diversas estratégias didáticas foram utilizadas na elaboração de cada um dos produtos educacionais. Essas estratégias revelam uma tomada de decisão dos seus autores em relação à mudança da prática, já consolidada no ensino de Física, em que prevalece o formalismo geométrico, a matematização, a ausência de significado e, conseqüentemente, os índices de baixo desempenho.

Costumeiramente esses conceitos eram apresentados aos alunos com base em formalismos geométricos e em desenhos [...] Diante dessa forma de ensino, não se percebia uma significação para o estudo da Óptica (D1, p. 12).

Num evidente esforço para evitar práticas que se caracterizassem pela mera transmissão oral dos conteúdos foram elaboradas seqüências didáticas contendo: experimentos, leitura e discussão de textos, júris simulados, elaboração de resumos, aula expositiva com apoio de slides, vídeos, debates, questionários, mapas conceituais, desenhos, dinâmicas, pesquisa, cartazes e jogos. Tal esforço foi recompensado com resultados considerados, na maioria das vezes, satisfatórios em relação à aprendizagem dos conceitos de Física e animadores do ponto de vista da participação dos alunos do Ensino Médio e licenciandos de Física, o público-alvo da aplicação dos produtos.

A predominância dos textos demonstra a importância que os professores atribuíram à leitura como instrumento para a aquisição de conhecimentos. Associados a questionários, os textos apresentavam fragmentos da história da ciência relacionados ao conteúdo de Física abordado. Considerados como material didático e, em alguns casos, como paradidáticos, os textos foram elaborados com base em pesquisas bibliográficas em fontes primárias e secundárias.

Observou-se que as dificuldades encontradas pelos alunos em relação aos questionários sobre os textos históricos deveram-se principalmente à opção que os docentes fizeram por uma leitura parafrástica. Quando os docentes propõem esse tipo de leitura cabe ao aluno descobrir no texto um único sentido, já dado pelo autor, que lhe permita responder a questões propostas ao final da leitura, como é possível observar nos excertos transcritos a seguir:

Essas perguntas servem para verificar o nível de aprendizagem dos alunos em relação a conteúdos relacionados à Óptica, além de servir para analisar algumas de suas ideias sobre a natureza da ciência (D1, p.85).

A segunda etapa, que sucedeu a leitura e análise do texto, foi a aplicação do questionário. Ao aplicarmos os questionários pedimos que os alunos prestassem atenção às questões, antes de tudo, foi realizada uma leitura de to-

das elas para que fosse compreendido o objetivo de cada uma. O questionário foi composto de 8 (oito) questões interpretativas [...] (D3, p.76).

Fora de sala de aula, os alunos leram os textos, entregues em classe, anteriormente, para cada aluno. No momento em que cada um dos textos era entregue, a professora/pesquisadora apresentava o autor do texto literário em foco, destacando o contexto sociocultural em que produziu sua obra. Num dia previamente marcado, os alunos apresentavam suas dúvidas sobre o texto e, em seguida, respondiam, em grupo, as questões propostas (D4, p.25).

Com o objetivo de identificar a visão dos alunos e promover discussões explícitas sobre aspectos da NdC, os textos abordavam fatos sobre a história da Física. Os debates conduzidos pelos professores a partir de questões orais e escritas entregues aos alunos, após leitura dos textos, caracterizavam-se pela predominância da visão do professor sobre os pontos de vista dos alunos, evidenciando, em alguns casos, a imposição de uma visão considerada adequada sobre a NdC.

Diante das explicações dos alunos, o professor-pesquisador teve a oportunidade de realizar correções em argumentos dados, que refletiam as concepções alternativas mostradas por alguns, nas questões dos textos históricos (D1, p. 118).

No que diz respeito à inserção de aspectos da natureza do conhecimento científico, a sua discussão em sala de aula pode proporcionar ao aluno melhores argumentos filosóficos que o favoreçam, apresentando-lhe um melhor entendimento em relação a temas científicos, o que lhe dará uma melhor fundamentação filosófica ou, ate mesmo, uma reação menos dogmática frente a credices (D1, p. 44).

Com isso, pretende-se trazer para a sala de aula um debate em que se enfatize que os cientistas, assim como os escritores, encontram-se inseridos numa cultura e que por isso sua produção científica/ cultural reflete de certa forma essa cultura. Assim, pretende-se problematizar a visão da Física como uma Ciência neutra produzida por gênios, desvinculada do contexto cultural (D4, p. 25).

O júri simulado foi uma estratégia didática utilizada com o objetivo de promover o debate sobre as questões controversas e temas polêmicos da história da ciência. Sendo apontado como um procedimento capaz de desenvolver habilidades

cognitivas, na medida em que estimula a elaboração de argumentações convincentes baseadas em evidências, o júri simulado valoriza a interação entre os alunos (ARAUJO *et al.*, 2012). Os resultados das pesquisas e os relatos de experiências de docentes que desenvolveram, em sala de aula, atividades de julgamento de episódios da história da ciência têm demonstrado sua eficácia (GUERRA *et al.*, 2002; FERRY; NAGEM, 2009; OLIVEIRA, 2011). Nas dissertações D1 e D12 esse bom resultado se confirma. No decorrer da atividade, os alunos foram organizados em grupos de debatedores e, através de réplicas e trélicas, utilizaram diferentes argumentos, análises e críticas sobre a questão em debate. Os diferentes pontos de vista colocados em discussão foram construídos a partir de leituras e pesquisas em fontes diversas.

Então ao invés de mandar os alunos lerem o texto e avaliá-los após a leitura, foi feita uma proposta diferente. Cada turma se dividiu em seis grupos. Três grupos deveriam defender o modelo do Big Bang e os outros três grupos o modelo do Universo Dinâmico. Os grupos deveriam construir uma argumentação para defender o seu modelo. Para construção foi dado o texto de apoio bem como a liberdade de buscar outras fontes para reforçar a argumentação (D12, p. 29).

A atividade do júri simulado mostrou-se um momento ímpar por vários motivos, pois, dentre outros resultados, difundiu e socializou os diferentes pontos de vista dos alunos e harmonizou o ambiente escolar (D1, p. 119).

Os jogos e os vídeos foram propostos pelos professores com a finalidade de dinamizar a aprendizagem dos conteúdos e oferecer aos alunos mais uma maneira de constatar o esforço empreendido pelos cientistas em sua busca para compreender a natureza. De maneira geral, esses recursos didáticos promoveram bons resultados junto aos alunos.

[...] a atividade permitiu abordar questões sobre o conteúdo, além de instigar os alunos a pensarem sobre como relacionar os diversos assuntos (D6, p. 58).

O vídeo, apesar de ser explicativo, se tornou mais eficiente na função de fazer o primeiro contato dos alunos com o fenômeno em questão (D9, p.27).

Ao relacionarmos os instrumentos didáticos utilizados pelos professores com suas expectativas, observamos que os resultados obtidos não foram inteiramente satisfatórios.

[...] conclui-se que esses alunos não tiveram atenção em relação à leitura do enunciado da questão, ou ainda, responderam dessa maneira por apresentarem dificuldades de interpretação ou por não conseguirem contextualizar (D3, p. 78).

Apesar das diversas vantagens da utilização da História e Filosofia da Ciência, há algumas críticas quanto a real prática em sala de aula, pois nem sempre são inseridas de maneira a obter o efeito desejado (D5, p. 16).

Os obstáculos relatados na apresentação dos resultados referem-se, em grande parte, a inconsistências no conhecimento da disciplina por parte dos alunos e professores e à dificuldade demonstrada na utilização de alguns procedimentos didáticos. Tanto professores quanto alunos, na maioria das vezes, têm uma vivência em relação ao ensino da Física permeada pelo formalismo geométrico esvaziado de sentido:

[...] o ensino da Óptica nas escolas de ensino médio normalmente se fundamenta no conteúdo da chamada óptica geométrica. Nesse contexto, as leis da reflexão e da refração e o formalismo associado são aplicados para a solução de problemas padrão. Os estudantes, contudo, têm, em geral, um modelo de luz e visão diferente do modelo científico (D1, p. 13).

Por outro lado, foram destacadas evidências de progressos em relação à aprendizagem dos conceitos científicos abordados. Além disso, várias propostas promoveram a incorporação de aspectos adequados da NdC.

A utilização da HFC se constituiu um caminho possível para levar a sala de aula de nível médio discussões de FMC. Entretanto, tal recurso não se mostrou, preferencialmente, como objeto motivador, mas sim como um objeto transformador capaz de trazer discussões pertinentes em relação à NdC para a sala de aula (D6, p. 117).

V. Comentários finais

Como consequência da expansão do conhecimento científico a partir da segunda metade do século XX, muitas foram as inovações didáticas anunciadas como redentoras do ensino de ciências e apresentadas aos professores com o propósito de substituir o ensino transmissivo: aprendizagem por descoberta, aprendizagem significativa, mudança conceitual, resolução de problemas, ensino por projetos; construção de modelos; a utilização dos recursos de multimídia; estudos das

relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade e a inserção da história da ciência no ensino. Fracalanza (2002) afirma que essas inovações foram amplamente divulgadas não apenas aos professores em exercício, mas também nos cursos de formação de docentes “[...] quer mediante palestras e cursos, quer através de textos e orientações técnico-pedagógicas, quer, inclusive, de modo indireto, colocando à disposição dos mestres, nas escolas, recursos didáticos, materiais instrucionais e equipamentos” (FRACALANZA, 2002, p. 96).

Apesar desses mecanismos de divulgação, os professores, de modo geral, entram em contato, na formação inicial, com modelos de conhecimento científico em que não estão incluídos os debates que dão sentido à sua origem. Frequentemente a ciência é tratada como algo que não é questionado, mas ao qual se faz reverência. Dessa forma, os licenciandos, tratados como receptores passivos de informações apresentadas como neutras e verdadeiras, podem perder de vista as condições de sua objetividade e ater-se apenas a fragmentos da realidade.

No entanto, a atuação profissional do professor de ciências não se constitui apenas com base nos conteúdos da disciplina: “[...] o saber docente se compõe, na verdade, de vários saberes provenientes de diferentes fontes. Esses saberes são os saberes disciplinares, curriculares, profissionais (incluindo os das ciências da educação e da pedagogia) e experienciais” (TARDIF, 2002, p. 33). Teoria e prática estão intimamente “enlaçadas” em um processo social e histórico que se inicia com a reflexão coletiva sobre os problemas oriundos da prática, que busca informações e as aplica às situações reais, o que resulta em crescimento de todos os profissionais envolvidos (CALDEIRA, 1995).

Ainda que as perspectivas didáticas consideradas inovadoras não representem a única forma adequada de ensinar ciências, é possível constatar que o desprestígio com que os professores tratam os conhecimentos da didática, leva-os a considerar o ensino “[...] uma tarefa simples, para a realização da qual basta conhecer a matéria, ter alguma prática docente e ter alguns conhecimentos “pedagógicos” de caráter geral” (CACHAPUZ *et al.*, 2001, p.157).

Consequentemente, as propostas pedagógicas apresentadas aos docentes pelos órgãos oficiais, a título de renovação do ensino de ciências, não logram substituir as práticas consideradas por eles como “possíveis e necessárias”. As reformas educacionais chegam a representar uma ruptura da ligação do docente com seu trabalho e a insistência nas práticas anteriores não é mais do que uma tentativa de recuperar a coerência e o equilíbrio ameaçados pelas novas propostas. Se as inovações não penetraram no interior das salas de aula, elas foram gradativamente sendo incorporadas como ideário pelos professores, especialmente face ao vigor de sua difusão nas instituições de ensino superior. Com isso, pode-se dizer que essas pro-

postas passaram a se constituir em fantasmas jamais exorcizados (FRACALANZA, 2002).

Tais evidências demonstram que os professores não são sujeitos passivos no processo de ensino. Atuam ativamente ao construir suas práticas adaptando, reformulando, descaracterizando, ou simplesmente ignorando os ditames dos órgãos superiores na hierarquia do sistema educacional. Hernandez (1997) ao analisar o saber docente afirma que a aprendizagem ocorre quando o professor “[...] está em condições de transferir a uma nova situação o que conheceu em uma situação de formação, seja de maneira institucionalizada, nas trocas com os colegas, em situações não formais e em experiências da vida diária” (HERNANDEZ, 1997, p. 9). Referindo-se à reação dos professores diante de propostas de mudança da prática, o autor adverte que a forma como o professor concebe a sua tarefa, a forma como a sua profissão é vista socialmente e as características da formação que recebe, têm um papel preponderante na aceitação e validação das novas propostas. Sendo assim, a implementação da HFC no ensino da Física enfrenta o desafio de tomar como ponto de partida a cultura didática dos docentes constituída por suas habilidades, atitudes e crenças, pelas teorias que orientam suas práticas e pelos mecanismos que utilizam para transformar essas práticas. Acrescenta-se a essas questões a ausência de conteúdos adequados sobre a HFC nos livros didáticos (HOTTECKE; SILVA, 2011).

Ao retomarmos as questões que deram origem a este trabalho, podemos afirmar que ao elaborarem as estratégias didáticas citadas na seção anterior, os autores das dissertações utilizaram conhecimentos, competências e habilidades adquiridos em sua formação acadêmica e aqueles incorporados à cultura didática de que dispõem. Dessa forma, revelam seus conhecimentos sobre a história da ciência “[...] e como estes os incorporam, produzem, utilizam, aplicam e transformam em função dos limites e dos recursos inerentes às suas atividades de trabalho” (TARDIF, 2002, p. 256).

Essa cultura didática está representada nos produtos educacionais e nas relações estabelecidas com a literatura referente à área em questão. De maneira geral, observamos um diálogo profícuo entre os referenciais teóricos adotados e as estratégias adotadas. Percebe-se o esforço desses professores que, como autores do processo, buscam apropriar-se das ideias e advertências presentes na bibliografia consultada, no sentido de criar práticas pedagógicas inovadoras. Tais práticas, reveladoras das convicções dos docentes sobre a ciência, buscam atender às expectativas da sociedade no que tange às competências científicas que deverão ser construídas pelos alunos.

Porém, a cultura didática já consolidada no ensino da Física se faz presente nos momentos em que esses professores trabalham os textos através de uma leitura parafrástica. Da mesma forma, nas discussões conduzidas nas aulas, geradas a partir da leitura dos textos, percebeu-se o papel central do professor, quando seu discurso predominava sobre os pontos de vista dos alunos, evidenciando, em alguns casos, a imposição de uma visão considerada adequada sobre a NdC.

Nesse sentido, a presente pesquisa demonstra a importância do desenvolvimento e divulgação de estudos que apontem estratégias concretas e diferenciadas para promover, na sala de aula de ciências, reflexões acerca da NdC.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000.

ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ARAÚJO, A. V. N. S.; MELO, A. C. O.; SILVA, A. N. B. Júri simulado aplicado ao ensino de química: desenvolvendo a prática da argumentação dos alunos do ensino médio. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, VII, 2012, Palmas, TO.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Comunicado n. 001/2012. Área de Ensino**: Orientações para novos APCNs. Brasília, CAPES, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Conselho Nacional da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, F.; TERADES, I. M. A emergência da didática das Ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n.1, p.155-195, 2001.

CALDEIRA, A. M. S. A apropriação e construção do saber docente e a prática cotidiana. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 95, p. 5-12, 1995.

CONCANNON, J. P.; BROWN, P. L.; BROWN, E. Prospective Teachers' Perceptions of Science Theories: An Action Research Study. **Creative Education**, v. 4, n. 1, p. 82-88, 2013.

CRAWFORD, B. A. Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 9, p. 916-937, 2000.

DAVIS, C.; NUNES, M. M. R.; NUNES, C. A. A. Metacognição e sucesso escolar: articulando teoria e prática. **Caderno de Pesquisas**, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. F. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms'. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 3-21, 2006.

ERDURAN, S.; ARDAC, D.; YAKMACI-GUZEL, B. Learning to teach argumentation: case studies of pre-service Secondary science teachers. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 2006.

FERRY, A. S.; NAGEM, R. L. Analogia & contra-analogia: um estudo sobre a viabilidade da comparação entre o modelo atômico de Bohr e o sistema solar por meio de um júri simulado. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, p. 43-60, 2009.

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

FORATO, T. C. de M. **A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8 n. 2, p. 109-123, 2003.

FRACALANZA, H. A prática do professor e o ensino de ciências. **Ensino em Revista**, v. 10, n. 1, p. 93-104, 2002.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. Campina Grande: EDEPB, p. 279-280, 2011.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; FERREIRA-GAUCHÍA, C. Overcoming the Oblivion of Technology in Physics Education. In: VICENTINI, M.; SASSI, E. (Ed.) **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education**, 2008. v. 2.

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

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIROUX, H. A. Disposable youth, racism, politics, of zero tolerance. In: **America on the edge: Henry Giroux on politics, culture and education**. New York: Palgrave Macmillan, 2006. p. 175-188.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. Tempo, espaço e simultaneidade: uma questão para os cientistas, artistas, engenheiros e matemáticos do século XIX. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 568-583, 2010.

_____. Um curso de cosmologia na primeira série do ensino médio com enfoque histórico-filosófico. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVIII, 2009, Vitória. **Atas...** São Paulo: SBF, 2009. v. 1.

_____. Teoria da Relatividade restrita e geral no programa de mecânica do Ensino Médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 575-583, 2007.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. A. History, Philosophy and Science in a social perspective: a pedagogical project. **Science & Education**, v. 20, n. 1, p. 485-503, 2013.

_____. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004.

_____. Um julgamento no Ensino Médio – Uma estratégia para trabalhar a ciência sob o enfoque histórico-filosófico. **Física na Escola**, v. 3, n. 1, p. 8-11, 2002.

HARRES, J. B. S.; PIZZATO, M. C.; SEBASTIANY, A. P.; CENCI, D.; EIDELWEIN, G.; DIEHL, I. F.; MÖRS, M. As ideias dos alunos nas pesquisas de formação inicial de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 55-68, 2012.

HERNANDEZ, F. Como os docentes aprendem. **Pátio Revista Pedagógica**, Porto Alegre, n. 0, p. 9-13, 1997.

HODSON, D. **Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values**. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2009.

HOTTECKE, D.; SILVA, C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 1, p. 37-50, 2011.

HOTTECKE, D. Learning Physics with History and Philosophy of Science on effective implementation strategies for old approach in school science teaching in Europe. In: GARCIA, N. M. D.; HIGA, I.; ZIMMERMANN, E.; SILVA, C. C.; MARTINS, A. F. P. (Org.). **A Pesquisa em Ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. Editora da Sociedade Brasileira de Física, São Paulo, p. 45-77, 2010.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. **Science & Education**, v. 20, p. 591-607, 2011.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. Tradução: B. V. Boeira e N. Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2007.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present and future. In: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 831-879.

_____. Teacher's understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 36, n. 8, p. 916-929, 1999.

_____. Translation and transformation of the teacher's understanding of the nature of science into classroom practice. In: ANNUAL MEETING OF THE NA-

TIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 1995, San Francisco, California.

_____. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, p. 331-359, 1992.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, L. A. P. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, Campinas, p. 18-21, 1998.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. Foreword and introduction. In: MCCOMAS, W. F. (Ed.). **Science and Technology Education Library: The Nature of Science in Science Education - Rationales and Strategies**. Introduction. Netherland: Kluwer Academic Publisher, 1998.

_____. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p.164-214, 1995.

_____. **Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science. **Science & Education**. v. 17, p. 249-263, 2008.

MCCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The Nature of Science in Science Education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, n. 6, p. 511-532, 1998.

MOURA, B. A. **A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII**: subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

NASCIMENTO, V. B. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciência: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

OLABUÉNAGA, J. I. R. **Metodología de La investigación cualitativa**. Bilbao, Espana: Universidad de Deusto, 1999.

OLIVEIRA, M. C. A. A origem dos seres vivos na biologia do ensino médio: construindo conhecimentos a partir da dinâmica do júri simulado. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO-SUL), V. e SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO INTERNATIONAL COUNCIL OF ASSOCIATIONS FOR SCIENCE EDUCATION (ICASE), IV, 2011.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 66-80, 2009.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora UFSC, 2001.

PETRUCCI, D.; DIBAR URE, M. C. Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. **Enseñanza de las ciencias**, v. 19, n. 2, p. 217-229, 2001.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico**. 5. ed. Madrid: Morata, 2006.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. The role of the Nature of Science in citizens' education. **Ciência & Educação**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PUMFREY, S. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims. **British Journal for the History of Science**, v. 24, n. 1, p. 61-78, 1991.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Da necessidade de valorizar a história e a filosofia da ciência na formação de professores. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XII, 2010, Águas de Lindoia. **Atas...**

SOLBES, J.; TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo Historia de la Ciencia en las clases de Física y Química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, p. 151-162, 2001.

SOLOMON, J.; DUVEEN, J.; MCCARTHY, S.; SCOT, L. Teaching about the Nature of Science through History: action research in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, 1992.

SCHWARTZ, R. S.; LEDERMAN, N. G.; CRAWFORD, B. S. Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. **Science Education**, v. 88, p. 610-645, 2004.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

TIBAUD, X. V. **Las actitudes de profesores y estudiantes, y la influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria**. 2009. Tesis (Doctorado) - Universidad de Barcelona, Facultad de Formación del Profesorado, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática.

TREAGUST, D. F.; DUIT, R. Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. **Cultural Studies in Science Education**, Dordrecht, v. 3, n. 2, p. 297-328, 2008.

VILAS BOAS, A.; SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensus. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1990. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZEIDLER, D. L.; WALKER, K. A.; ACKETT, W. A.; SIMMONS, M. L. Tangled up in views: beliefs in the nature of science and responses to socio-scientific dilemmas. **Science Education**, New York, v. 86, n. 3, p. 343-367, 2002.