CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO: OBSTÁCULOS ENFRENTADOS POR PROFESSORES NA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

Abigail Vital de Goes Monteiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Orientadora:

Andreia Guerra de Moraes

Rio de Janeiro

Março 2014

HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO: OBSTÁCULOS ENFRENTADOS POR PROFESSORES NA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Abigail Vital de Goes Monteiro

Aprovada por:

Presidente, Profª. Andreia Guerra de Moraes, D. Sc., (orientador),

Profª. Glória Regina Pessoa Campello Queiroz, D.Sc.

Profª. Alcina Maria Testa Braz da Silva, D.Sc. - IFRJ

Rio de Janeiro

Março - 2014

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

M775 Monteiro, Abigail Vital de Goes
História da ciência no ensino : obstáculos enfrentados por professores na elaboração e aplicação de materiais didáticos / Abigail Vital de Goes Monteiro.—2014.
x, 67f. + apêndices e anexo : il.color. , grafs. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2014.
Bibliografia : f. 62-67
Orientadora : Andreia Guerra de Moraes

1. Ciência – História. 2. Ciência – Filosofia. 3. Física – Estudo e ensino. 4. Material didático. I. Moraes, Andreia Guerra de (Orient.). II. Título.

CDD 509

Agradecimentos

Agradeço,

- à professora Drª Andreia Guerra de Moraes pelo apoio e dedicada orientação.

- aos professores Dr. Marco Braga e Dra. Glória Queiroz pelas sugestões à redação.

- a todos os professores do Curso pelas valiosas orientaç

- aos meus filhos pelo incentivo.

Meu especial agradecimento ao meu marido pelas incontáveis horas em que esteve ao meu lado.

RESUMO

HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO: OBSTÁCULOS ENFRENTADOS POR PROFESSORES NA ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS

Abigail Vital de Goes Monteiro

Orientador:

Andreia Guerra de Moraes, D. Sc.

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Reconhecendo a importância da História e Filosofia da Ciência para a educação científica, a presente dissertação tem por objetivo refletir sobre as estratégias utilizadas por professores egressos do Mestrado Profissional que construíram propostas pedagógicas em que a abordagem histórico-filosófica se apresenta como eixo condutor do ensino de Física no Ensino Médio. A pesquisa qualitativa e a análise temática de conteúdos foram utilizadas como caminho metodológico para responder às seguintes questões: quais foram as estratégias didáticas utilizadas para abordar os conteúdos referentes à História da Ciência? Como essas estratégias dialogam com a literatura específica da área? Que resultados foram obtidos pelos professores a partir das estratégias utilizadas? Os resultados obtidos indicam que os objetivos dos professores foram alcançados, na maioria das vezes, de maneira satisfatória, embora ainda existam alguns pontos falhos que demandam aprofundamentos. Destacam-se a expressiva participação dos alunos nas atividades propostas em sala de aula e a atenção dos autores para com as recomendações que os estudiosos divulgam através a literatura recente da área. Os produtos educacionais analisados revelaram a permanente preocupação dos professores com a apresentação de visões mais críticas da ciência, com o questionamento de metodologias que subtraem o sentido e o significado dos conteúdos de Física e com a consciente organização das sequências didáticas em consonância com a realidade escolar.

Palavras-chave:

História e Filosofia da Ciência; Ensino de Física; Estratégias didáticas

Rio de Janeiro

Março 2014

ABSTRACT

HISTORY OF SCIENCE IN EDUCATION: OBSTACLES FACED BY THE TEACHERS IN THE ESTABLISHMENT AND APPLICATION OF EDUCATIONAL MATERIALS

Abigail Vital de Goes Monteiro

Advisor:

Profª. Andreia Guerra de Moraes, D.Sc.

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-graduação Ciência, Tecnologia e Educação - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, as partial fulfillment of the requirements for the degree of Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Recognizing the importance of History and Philosophy of Science for science education, this study aims to reflect on the strategies used by egresses teachers of the Professional Master who built pedagogical proposals in which the historical- philosophical approach was presented as the main driving physics teaching in high school. The qualitative research and content thematic analysis were used as a methodological approach to answer the following questions: What were the teaching strategies used to address content related to the History of Science? How these strategies dialogue with the literature of the area ? What results were obtained by teachers from the strategies used? The results indicate that the goals of the teachers have been achieved, most of the time, satisfactorily, although there are still some weak points that require further study. We highlight the remarkable participation of students in the activities proposed in the classroom and the attention of teachers to the recommendations that scholars published through the recent literature in the area. The educational products analyzed show a continuing concern of the teachers with the presentation of views deemed appropriate of the science, with the questioning of methodologies that subtract the meaning and significance of the contents of Physics and with the conscious organization of didactic sequences according with the school reality.

Keywords:

History and Philosophy of Science, Physics Teaching, Teaching strategies

Rio de Janeiro

March 2014

Sumário

Introdução **1**

I A história da ciência como eixo condutor do ensino **7**

I.1 O papel da natureza da ciência na educação científica 7

I.2 A historiografia e a inserção da História da Ciência no ensino de ciências 7

II A didática da ciência e a transposição didática **15**

II.1 As inovações pedagógicas e a didática das ciências 15

II.2 Os desafios da transposição didática 19

II.3 Obstáculos na introdução de História da Ciência no ensino de ciências 22

II.3.1 A definição dos objetivos educacionais 24

II.3.2 A seleção dos conteúdos 24

II.3.3 A elaboração dos textos históricos 26

II.3.4 O planejamento de estratégias didáticas 26

III Os caminhos metodológicos **27**

III.1 Delimitando o objeto de pesquisa 27

III.2 Análise de conteúdo temática 29

IV Análise dos resultados **31**

IV.1 Categoria A: Objetivos propostos para a inserção da História da Ciência 31

IV.1.1 Subcategoria A1: Entendimento da Natureza da Ciência 32

IV.1.2 Subcategoria A2 - Compreensão do conhecimento científico 34

IV.2 Categoria B: Referencial teórico utilizado na definição dos objetivos 35

IV.2.1 Subcategoria B1: Diálogo entre literatura e objetivos propostos 36

IV.2.2 Subcategoria B2: Princípios historiográficos 39

IV.3 Categoria C: Estratégias didáticas utilizadas 46

IV.3.1 Subcategoria C1: Textos históricos 46

IV.3.2 Subcategoria C2: Questionários 48

IV.3.3 Subcategoria C3: Aulas expositivas 49

IV.3.4 Subcategoria C4: Discussões e debates 51

IV.3.5 Subcategoria C5: Vídeos 51

IV.3.6 Subcategoria C6: Experimentos 52

IV.3.7 Subcategoria C7: Jogos e dinâmicas 53

IV.4. Categoria D: Resultados obtidos pelos autores das dissertações 54

IV.4.1 Subcategoria D1: Resultados sem identificação de obstáculos 56

IV.4.2 Subcategoria D2: Resultados com identificação de obstáculos 56

Considerações finais 59

Referências Bibliográficas 62

Anexo I: Resumo das dissertações analisadas 68

Apêndice I : Artigo apresentado no IX ENPEC 74

Apêndice II: Artigo aceito no Caderno Brasileiro de Ensino de Física 81

Lista de Figuras

FIG. IV.1: Autores referenciados nas dissertações 36
FIG. IV.2: Fontes de pesquisa utilizadas pelos autores das dissertações 39
FIG. IV.3: Estratégias didáticas utilizadas para alcançar os objetivos propostos 46
FIG. IV.4: Resultados obtidos na aplicação dos produtos educacionais 54
FIG. IV.5: Obstáculos apontados na avaliação dos produtos educacionais 57

Lista de Tabelas

TAB. III.1: Dissertações do ano de 2010 28
TAB. III.2: Dissertações do ano de 2011 28
TAB. III. 3: Categorias e subcategorias resultantes da análise das dissertações 30
TAB. IV.1: Menção à História da Ciência nas dissertações 31
TAB. IV.2: Objetivos propostos para o ensino dos aspectos da NdC 33
TAB. IV.3: Fontes primárias utilizadas na elaboração dos produtos educacionais 40
TAB. IV.4: Dissertações em que foram utilizadas exclusivamente fontes secundárias 41
TAB. IV.5: Dissertações em que foram utilizadas fontes primárias e secundárias 42
TAB. IV.6: Textos utilizados nas propostas didáticas 47

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 (ALLCHIN, 2004). A democratização do acesso ao conhecimento científico implica no desenvolvimento individual e coletivo. 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 (HODSON, 2009).

Uma formação científica e tecnológica que atenda às demandas individuais e coletivas da sociedade contemporânea exige reformulações de diferentes ordens. Dentre as reestruturações a serem empreendidas, as pesquisas indicam que os currículos da área de ciências devem passar a abordar os processos envolvidos na elaboração do conhecimento cientifico. Tradicionalmente, os conteúdos escolares restringem-se a conteúdos conceituais, privilegiando apenas produtos e resultados da ciência (ACEVEDO et al., 2005).

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 Estudantes[1] (PISA), um estudo internacional que tem a finalidade de avaliar a capacidade que os alunos com 15 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, 2009), sobre a necessidade de problematizar os mitos e as visões de ciência que permeiam o ambiente escolar (LEDERMAN (2006), GIL-PÉREZ et al. (2008)), dentre outras diversas questões que comprometem a educação

[1] 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).

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)). Nesse caminho, a História da Ciência é considerada como uma possibilidade de alcançarmos resultados favoráveis para a educação científica (ZANETIC (1989), SOLOMON et al. (1992), GIL-PÉREZ (1993), MATTHEWS (1994), MCCOMAS et al. (1998), HODSON (2009), FORATO et al. (2011)).

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 desenvolverem teorias e conceitos, as influências que sofreram e os interesses que os motivaram (CACHAPUZ et al. (2005), GIL-PÉREZ et al. (2001)). A História da Ciência 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), PRESTES, CALDEIRA (2009)).

MATTHEWS (1995), ao investigar as possibilidades de utilização da História da Ciência, reconhece não se tratar de uma panacéia para todos os problemas educacionais detectados e apresenta alguns argumentos favoráveis à sua inclusão no ensino: podem tornar as aulas de ciências mais significativas, humanizar a matéria científica ao aproximá-la dos interesses dos estudantes, além de desenvolver o pensamento crítico tanto de alunos quanto de professores. Antes de MATTHEWS, LEDERMAN (1992), ao revisar as pesquisas empíricas realizadas sobre as concepções acerca do fazer científico, já havia constatado que, assim como os alunos, os professores tinham concepções empírico-indutivistas de ciência demonstrando ignorar as influências históricas na atividade científica.

A despeito da utilização da História da Ciência ser uma abordagem defendida por vários pesquisadores (ZANETIC (1990), GIL-PÉREZ (1993), MATTHEWS (1994), PEDUZZI (2001), EL-HANI (2006), FORATO et al. (2011)) sua implementação nas salas de aula não tem ocorrido satisfatoriamente. Ao longo das últimas décadas, as pesquisas têm sido praticamente unânimes em apontar a ocorrência de dificuldades nesse campo didático (HOTTECKE; SILVA (2010), FORATO (2009), MARTINS (2007), MARTINS (2006), ALCHIN (2004), GIL-PÉREZ et al. (2001), WHITAKER (1979)). O esforço dos docentes para atuar a partir de uma abordagem em que a História da Ciência seja o eixo condutor da ação pedagógica esbarra, principalmente, na escassez de bons textos sobre o tema.

“Temos poucos historiadores da ciência no Brasil, com formação adequada.

> *Alguns deles nem tentam escrever textos mais acessíveis – apenas se dedicam à pesquisa especializada. Mesmo os que tentam escrever artigos e livros para um público mais amplo podem não ser bem-sucedidos nisso. O resultado é a carência de obras de boa qualidade e, ao mesmo tempo, acessíveis, em português, sobre história das ciências. A grande maioria do que se publica é inadequado. Há poucas coisas publicadas no Brasil (artigos e livros) confiáveis, que podem ser utilizados sem medo" (MARTINS, 2006, p. XXXII).*

Elaborar materiais didáticos adequados à abordagem histórica no ensino de ciências não é uma tarefa simples. FORATO et al. (2011) advertem que os textos produzidos pelos docentes a partir dos fatos históricos devem ir além da mera simplificação da linguaguem e da omissão de informações mais complexas.

Essas considerações levaram-nos a desenvolver a presente pesquisa com o objetivo de refletir sobre o trabalho de professores que construíram propostas pedagógicas em que a História da Ciência se apresentou como eixo condutor do ensino de ciências. Quais foram as estratégias didáticas utilizadas para abordar os conteúdos referentes à História da Ciência? Como essas estratégias dialogam com a literatura específica da área? Que resultados foram obtidos pelos professores a partir das estratégias utilizadas?

Para responder a essas questões, no capítulo inicial apresentamos uma reflexão sobre os desafios enfrentados no processo de implementação da História da Ciência na sala de aula. O papel da natureza da ciência no ensino de ciências, bem como as prescrições da historiografia serão tratadas nesse capítulo.

No segundo capítulo, a partir da análise da relação que os docentes estabelecem com a Didática das Ciências no cotidiano, refletimos sobre as características da transposição didática da História da Ciência e os obstáculos enfrentados pelos professores durante o processo de elaboração de materiais didáticos a partir de uma abordagem histórica.

No terceiro capítulo são descritos os procedimentos metodológicas da pesquisa, explicitando, de forma detalhada, a escolha do objeto de investigação, as formas de coleta e sistematização dos dados. Os resultados a discussão dos dados coletados serão apresentados no quarto capítulo que antecede as considerações finais acerca do presente trabalho.

Capítulo I - A história da ciência como eixo condutor do ensino de ciências

Nas últimas décadas pesquisadores têm apontado a História da Ciência como um caminho que pode dar sentido ao ensino de ciências (ZANETIC (1989), SOLOMON (1992), GIL-PÉREZ (1993), MATTHEWS (1994), MCCOMAS et al. (1998), LEDERMAN (2006), HODSON (2009), FORATO et al. (2011)).

Diversos estudos foram desenvolvidos no intuito de construir práticas pedagógicas em que a História da Ciência representasse o eixo condutor de uma abordagem que incorpora o contexto filosófico, histórico, social e cultural de produção do conhecimento científico (GIL-PÉREZ et al. (2001), CACHAPUZ et al. (2005), HODSON (2009), ALCHINN (2010)). No entanto, a inserção da História da Ciência no ensino pode incorrer em erros factuais, na omissão das relações entre o processo de construção do conhecimento científico e seu contexto de produção, na exaltação exagerada à genialidade dos cientistas, no menosprezo das descontinuidades ocorridas entre o passado e o presente e no reforço da imagem da ciência enquanto verdade incontestável (BASTOS, 1998).

A efetividade da utilização da abordagem histórica deve considerar, dentre outros, os aspectos referentes à natureza do conhecimento científico (ABD-EL-KHALICK, AKERSON, 2003) e as prescrições da historiografia (D'AMBROSIO, 2004). A seguir, discutiremos cada um desses aspectos separadamente com vistas a construir categorias de análise para os dados da presente pesquisa.

I.1 O papel da natureza da ciência na educação científica

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 onde a educação científica seja mais significativa (HODSON (1988), MATTHEWS (1990), SOLOMON (1991), McCOMAS, OLSON (1998), MEDEIROS, BEZERRA FILHO (2000)).

Uma característica presente nas reformas curriculares é a inclusão do ensino de aspectos da Natureza da Ciência (NdC). Definida por LEDERMAN (1992, 2006) como um conjunto de saberes sobre o conhecimento científico, a NdC inclui os contextos de produção da ciência, os métodos utilizados, as ligações entre ciência e tecnologia, as concepçpes 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.

A amplitude dos aspectos da natureza do conhecimento científico é frequentemente discutida pela literatura. Vários autores defendem que a aprendizagem dos conhecimentos científicos é tão importante quanto a compreensão sobre os pressupostos, os interesses, os limites e o contexto em que os mesmos foram construídos, ou seja, compreensão sobre aspectos da NdC (CHAPMAN (1979), MEDEIROS, BEZERRA FILHO (2000)).

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, encontramos vários pontos de concordância entre os pesquisadores da área (PUMFREY (1991), McCOMAS et al. (1998), ABD-EL-KHALICK (2005)).

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 (1991, 1994 e 1998), 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).

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. ERDURAN et al. (2006) acreditam que a NdC poderia promover a melhoria da educação científica por provocar a reflexão dos professores, oferecendo-lhes mais recursos para garantir a compreensão sobre a ciência. 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 (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 concepções 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 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.

FENSHAM (2002) chama a atenção para a complexidade do conhecimento científico, fato que, no seu entender, faz com que os estudantes não consigam adquirir na escola todas as informações necessárias a uma plena participação nas tomadas fundamentadas de decisão. A opinião de Fensham é contestada por PRAIA et al. (2007) que defendem que conhecimentos científicos de nível elevado nem sempre são determinantes para tomar decisões. 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 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 concepçõess 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 produzem conhecimento em sua própria prática diária. Suas concepções 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, 1977).

Essas reflexões devem ser conjugadas com o fato de que num trabalho escolar onde se pretende discutir processo de construção da ciência, o professor não pode trabalhar numa posição de apresentador de verdades. Um ensino de ciências que tenha por pressuposto discutir a NdC é um ensino que pretende trazer aos alunos reflexões 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. Esse objetivo faz com que haja uma alteração do papel do professor e do aluno em relação à cultura didática (HOTTECKE; SILVA, 2010).

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. O professor 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).

Em relação à concretização das discussões de NdC em sala de aula, diversas pesquisas indicam que os episódios históricos podem revelar 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 crítica sobre o conhecimento científico, a transformarem seus

próprios pontos de vista para que possam discuti-los e reformularem suas concepções com coerência (FORATO et al. (2011), HODSON (2009), SOLBES, TRAVER (2001), MARTINS (1998)).

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 (CASTRO (1993), CACHAPUZ et al. (2005)).

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 (HODSON, 2009). 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, num 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.

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. A partir de estudos sobre a influência da incorporação da História da Ciência na aprendizagem de aspectos da NdC, os autores 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 alunos vários exemplos, histórias e demonstrações relacionadas a episódios históricos utilizando uma abordagem explícita e contextualizada dos aspectos de NdC envolvidos nos fatos e fenômenos abordados. Na medida em 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 (McCOMAS, 1998).

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. 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, 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.

Defendendo a ideia de que a tomada de decisões pessoais e públicas implica na análise da confiabilidade, da credibilidade e da autoridade, ALLCHIN (2011) afirma que os alunos devem aprender ciências através de estudos de casos recentes e antigos. Essa proposta parte do pressuposto que os alunos não se apropriam dos conhecimentos relativos à natureza da ciência apenas sendo arguidos a respeito do que é um experimento, ou da diferença entre leis e teorias, por exemplo. Compreender e estar informado sobre a NdC implica em saber em quem confiar quando há discordâncias entre os especialistas, em analisar a credibilidade das divulgações científicas, em ter conhecimento da forma como os cientistas gerenciam os dados e detectam seus próprios erros, em compreender como ocorre uma mudança no consenso científico (ALLCHIN, 2011).

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 História da Ciência 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 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. Vale lembrar, que, o conhecimento dos aspectos de NdC não é suficiente para que se obtenha a educação científica que se almeja. Outras questões se interpõem como obstáculo ao fazer docente, como veremos a seguir.

I.2 A historiografia e a inserção da História da Ciência no ensino de ciências

Que preocupações devem ter os docentes ao efetuar as pesquisas que resultarão nesses materiais didáticos? Que critérios e cuidados devem ser priorizados para que não seja oferecida aos alunos uma visão distorcida e parcial da ciência? Para responder a essas

questões serão abordados os aspectos da historiografia e da História da Ciência que não devem ser negligenciados quando o docente se propõe a elaborar textos e outros materiais didáticos que utilizem a abordagem histórica para promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos científicos. Os historiadores da ciência, no desenvolvimento de seus trabalhos, atentam para

> *"[…] o estudo de temas e personagens que não pertencem à corrente principal da ciência "vitoriosa"; estudos sobre a ciência recente ou atual; estudos etnográficos do trabalho científico, através de técnicas de observação direta; coleta ativa de documentos com a formação de arquivos relativos à ciência recente; produção ativa de documentos, tais como entrevistas com pesquisadores (história oral); estudo de diferentes culturas, incluindo a ciência antiga não europeia; estudos etnológicos de temas científicos e técnicos" (MARTINS, 2000, p. 45-46).*

Mas nem sempre foi assim. Até o século XX, a História da Ciência, influenciada por ideias positivistas, teve como objetivo narrar experiências de sucesso dos cientistas e enaltecer a ciência, apresentando-a em uma sequência linear e cumulativa de fatos que priorizavam o "[...] estudo as revoluções científicas que ocorreram entre a Idade Média e a Idade Moderna e cientistas como Galileu, Copérnico, Kepler e Newton, entre outros, foram os principais personagens dessa história" (CRUZ, 2006, p.165).

A partir do século XX, a História da Ciência surge como disciplina acadêmica, numa abordagem marcadamente internalista na qual se desconsideravam os fatores externos à ciência, procedendo a uma análise do fenômeno histórico "[...] a partir de seus aspectos racionais, ou seja, uma investigação preocupada com a construção lógica dos conceitos e métodos científicos" (ibidem p.166). Sob influência do materialismo histórico, ainda no século XX, surge a abordagem externalista da História da Ciência, que, de maneira oposta à abordagem anterior, mas igualmente reducionista, privilegia fatores externos à ciência, valorizando essencialmente os contextos em que atuam e vivem os cientistas.

> *"O externalista vê a história das ciências como uma explicação de um fenômeno cultural através do condicionamento do meio cultural global, e assimila-a, por conseguinte, a uma sociologia naturalista das instituições, desprezando completamente a interpretação de um discurso com pretensão de verdade. O internalista vê nos fatos da história das ciências, por exemplo, os casos da descoberta simultânea, fatos dos quais não se pode fazer história sem teoria. Aqui, por conseguinte, o fato da história das ciências é tratado como um fato da ciência, a partir de uma posição epistemológica que consiste em privilegiar a teoria relativamente ao dado empírico" (CANGUILHEM, 2002, p.15).*

Referindo-se a essas duas abordagens da História da Ciência, MARTINS (2005) afirma a importância de estabelecermos uma relação de complementariedade entre ambas se desejarmos obter uma historiografia completa, ou seja, uma historiografia que contemple simultaneamente os aspectos internos e externos do conhecimento científico. Para investigar fatores científicos de natureza conceitual, referentes a evidências e fatos de natureza científica,

a autora propõe que sejam analisadas fontes primárias[2]. As fontes secundárias[3], segundo a autora, são adequadas à investigação dos fatores de natureza não conceitual, ou seja, os fatores extracientíficos.

Ao afirmar que a História da Ciência é um estudo metacientífico que não apenas descreve, mas também explica e discute a contribuição dos cientistas relacionando-a aos contextos em que ocorre, a autora recomenda alguns cuidados que devem ser observados por aqueles que se dispõem a reconstruir fatos científicos. Para não correr o risco de apresentar uma visão distorcida de ciência, que comumente é divulgada, ela adverte: "É preciso estudar não apenas os vencedores, mas também os derrotados, verificando quais os argumentos que apresentavam contra as novas ideias" (p.314).

Temendo a perpetuação de falsas histórias sobre a ciência ALLCHIN (2004) ressalta os perigos que podem advir da pseudo-história da Ciência, que, ao tirar da ciência a sua natural complexidade e apresentar os cientistas como heróis, enfatizando suas "descobertas", promove uma falsa visão sobre a natureza da ciência (p.179). WHITAKER (1979), por sua vez, criticou a quase-história, uma abordagem internalista, factual, com forte marca positivista, que suprime dados que possam macular a imagem da ciência, classificada por MARTINS (2004) como uma historiografia antiga, que "[...]excluía do seu estudo o cientista e seu contexto histórico" (p. 139).

Ao elaborarem e aplicarem materiais contendo relatos da História da Ciência, os educadores devem atentar para as questões apontadas por ALLCHIN (2004) e WHITAKER (1979). MATTHEWS (1994) e FORATO et al. (2011) acrescentam a essa lista de problemas historiográficos, os cuidados que devem ser tomados quando o docente seleciona as informações para compor o material e simplifica a história, que caracterizam o whiguismo, abordagem em que a história é transformada quando são desconsiderados os contextos em que viveram os cientistas. MARTINS (2005) lembra que também deve ser evitada uma atitude extremamente oposta a essa, a interpretação prig da história que consiste em assumir uma "[...] posição contrária à historiografia whig e considerar apenas o contexto e a contribuição no passado que estuda, ignorando completamente a História da Ciência moderna" (p.315). Ao enumerar as técnicas utilizadas pelos historiadores da ciência, a autora afirma:

> *"Não existe uma fórmula mágica ou receita infalível para fazer uma boa pesquisa em História da Ciência. Em diversos momentos, o pesquisador vai refletir sobre o problema estudado e procurar novas fontes. Ele vai precisar fazer levantamentos, selecionar e localizar documentos buscá-los ou obter cópias deles e analisá-los. Precisará também escrever, elaborar uma argumentação, discutir trabalhos historiográficos anteriores sobre o mesmo assunto e fundamentar bem suas conclusões. Tudo isso exige um trabalho intenso, cansativo, e pressupõe o conhecimento de técnicas de pesquisa que o*

[2] "[...] material da época estudada escrito pelos pesquisadores estudados" [...] (MARTINS, 2005, p. 310).
[3] "[...] estudos historiográficos e obras de apoio a respeito do período e dos autores investigados" (ibdem).

> *iniciante precisa aprender" (p.307).*

A participação efetiva dos docentes no processo de elaboração de materiais didáticos com abordagem histórica é um grande desafio se levarmos em conta a realidade observada nos cursos destinados à sua formação (MARTINS (2007), HOTTECKE, SILVA (2010)). A maior parte das licenciaturas já incorporou cursos de História da Ciência aos seus currículos, mas essa inovação não tem garantido a desenvoltura esperada na atuação dos docentes, como adverte GUÇÃO et al. (2011, p.264): "Se o professor não tiver uma formação sólida em História da Ciência talvez caia em uma reprodução daquilo que é veiculado pelo material escolhido, o que pode ser desastroso para o ensino".

Além disso, a elaboração dos textos e materiais didáticos com enfoques históricos requer uma seleção fundamentada de fontes históricas originais de modo a apresentar o conhecimento científico e suas condições de produção numa perspectiva que viabilize um ensino de ciências capaz de estimular o interesse dos alunos.

Os docentes que se propõem a serem autores de seus próprios materiais de ensino não devem desconsiderar que a historiografia da ciência tem sido fortemente influenciada pelas concepções e metodologias de pesquisa utilizadas pelos historiadores. Embora a análise de textos originais e de textos produzidos por historiadores da Ciência seja indicada como uma estratégia válida para que os alunos tenham informações sobre os contextos em que surgiram os conceitos científicos, é preciso que os professores sejam alertados para as dificuldades que podem advir das características dessa historiografia: produzida a partir de diferentes métodos, visões e objetivos, os produtos historiográficos podem resultar na expressão de interpretações pessoais que nem sempre são de qualidade.

> *"Há um inevitável enredamento entre os fatos e as interpretações. Provas documentais são distorcidas, ignoradas ou investidas de uma importância desproporcionada, adaptando-se às funções sociais. Isso torna a História escrita ideológica. Surge, desta forma, a criação de mitos, doutrinas socialmente úteis relacionadas indiretamente com fatos históricos, culminando na mitificação da História da Ciência" (KRAGH, 2001, p. 119-120).*

Decorre desse fato a necessidade de se proceder a revisões que privilegiem não apenas a verificação da confiabilidade das fontes utilizadas na elaboração de novos produtos educacionais, mas também a identificação das possíveis distorções e equívocos presentes nos materiais já disponibilizados para o uso no ensino de ciências. NOBRE (2004) chega a afirmar que:

> *"Existem elementos da História da Ciência que sempre estarão sob suspeitas, pois muito pouco há de concreto sobre algumas informações prestadas por terceiros, que, muitas vezes, viveram séculos após a ocorrência do evento mencionado. [...] A não existência de documentos comprobatórios relativos a fatos relevantes na História da Ciência, levou aos historiadores a juntar informações para se reconstruir a história de forma aproximada àquilo que de fato possa ter acontecido" (n.p.).*

Ao produzir materiais sobre História da Ciência, o professor irá abordar as obras dos

cientistas e o contexto onde essas obras foram produzidas, utilizando-se de documentos, vestígios e outras obras historiográficas. Essa produção pode conter informações implícitas ou explícitas de natureza científica e/ou historiográfica (MARTINS, 2004). Podemos presumir que, para atingir seus objetivos, o professor deverá ter o embasamento necessário para discernir, dentre as fontes disponíveis, aquelas em que as informações não são concretas, foram distorcidas ou estão incompletas (NOBRE, 2004).

Embora historiadores e educadores estejam de acordo em relação à importância da interface entre a abordagem histórica e o processo educativo, é expressiva a diferença entre a elaboração de material didático por parte dos educadores e a escrita da História da Ciência por parte de historiadores. São objetivos diferentes que direcionam seus trabalhos.

> *"[...] o professor precisa mobilizar um vasto cabedal de saberes e habilidades, porque sua ação é orientada por diferentes objetivos: objetivos emocionais ligados à motivação dos alunos, objetivos sociais ligados à disciplina e à gestão da turma, objetivos cognitivos ligados à aprendizagem da matéria ensinada, objetivos coletivos ligados ao projeto educacional da escola, etc." (TARDIF, 2000, p.15).*

Mas essa diferença não impede que os professores adotem procedimentos que se aproximem dos princípios que caracterizam a historiografia: independente da finalidade do material didático é fundamental que o professor mantenha a integridade do contexto dos sujeitos e fatos históricos e explicite os aspectos referentes à natureza da ciência (SAITO, DIAS, 2013).

Buscar a qualidade pedagógica na elaboração de textos para o ensino de ciências implica em atentar não apenas para os conteúdos, mas ter em vista a possibilidade de estimular os alunos para que interajam com o texto e se apropriem das informações nele contidas. Ao perceberem lacunas no conhecimento dos cientistas, característica inerente à ciência apresentada como um processo inacabado, os alunos podem perceber os seus próprios limites (SOUZA, ALMEIDA, 2001). Embora favoreça a percepção de outros sentidos para os fenômenos científicos, o uso de textos sobre episódios que envolvam a evolução da ciência não são determinantes na aprendizagem, pois são apenas meios didáticos que, dependendo da mediação do professor, podem ou não potencializar a aquisição de competências e habilidades necessárias à aquisição de novos conhecimentos (SALOMON, 2000).

Nesse sentido, pesquisadores recomendam a utilização de materiais que além de despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, destaquem a relevância atribuída aos experimentos históricos em seu contexto de origem superando assim, uma abordagem meramente factual e descritiva da construção do conhecimento científico.

A análise de práticas pedagógicas tradicionais com vistas a inclusão da História da Ciência no cotidiano das aulas exige do docente o conhecimento das principais tendências, correntes e enfoques propostas pela Didática das ciências. A prática fundamentada nos princípios historiográficos pode permitir que os docentes se apropriem das tendências recentes da historiografia da ciência e dos procedimentos necessários à pesquisa, à seleção e ao desenvolvimento de bons trabalhos sobre a História da Ciência.

Capítulo II - A didática das ciências e a transposição didática no cotidiano dos professores

Dentre os instrumentos utilizados para a análise das situações de ensino apresentadas nas dissertações, discutiremos a seguir a importância da Didática das Ciências e da transposição didática, com o objetivo de compreender as escolhas efetuadas pelos professores ao selecionar conteúdos e elaborar metodologias para promover a aprendizagem dos mesmos.

II.1 As inovações pedagógicas e a didática das ciências

Da segunda metade do século XX aos dias atuais, muitas foram as inovações didáticas anunciadas como redentoras do ensino de ciências. Como consequência da expansão do conhecimento científico, intensificou-se, a partir de 1950, a difusão da educação científica e então, várias foram as propostas de transformação do ensino apresentadas aos professores da área de ciências com o propósito de substituir o ensino transmissivo: aprendizagem por descoberta (BRUNER, 1965); aprendizagem significativa (AUSUBEL, 1973); mudança conceitual (DRIVER, EASLEY, 1978); a resolução de problemas (SIMON (1980), GIL-PÉREZ, MARTINEZ TORREGROSA (1983), DRIVER, ERICKSON (1983), GARRETT (1988)); ensino por projetos; construção de modelos; a utilização dos recursos de multimídia; estudos das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade; a inserção da História da Ciência no ensino (MATTHEWS, 1989).

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” (p.96).

Ainda que as perspectivas didáticas consideradas inovadoras não representem a única forma de ensinar ciências, é preocupante constatar que o caráter instrumentalista conferido pelos professores aos 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). Esse desprestígio da didática talvez possa justificar o fato de que muitos professores ainda baseiam suas práticas numa concepção de ciência vigente no século XVII (AYRES, ANDRADE, 2010).

Por que isso acontece? Por que os professores não se apropriam das inovações didáticas? Buscando as respostas para essas questões, observamos que, na medida em que os avanços científicos e tecnológicos têm provocado impactos que abalam concepções e mitos, espera-se das instituições de ensino uma educação que garanta aos alunos a compreensão da

sociedade em que vivem de tal forma que possam atuar nela utilizando seus saberes e conhecimentos.

Contudo, na vida cotidiana atendemos às demandas colocadas por nossas necessidades pessoais, tendo como guia, na maior parte das vezes, o imediatismo, a superficialidade e o espontaneísmo, sobrepondo-se a dimensão do senso comum aos conhecimentos científicos aprendidos na escola, independentemente da percepção que tenhamos da ciência e das inovações tecnológicas (DUARTE, 2007).

Frequentemente, estudiosos e pesquisadores da área atribuem essa incipiente aplicabilidade dos conhecimentos científicos na vida diária à crise no ensino de ciências. Mesmo não tendo como enfoque a formação de professores, HELLER (1970) analisa a aquisição do conhecimento científico sob outro ponto de vista, estabelecendo relações entre o cotidiano dos homens e os movimentos da história. Segundo a autora, a vida social humana está organizada em dois espaços distintos: o espaço da vida cotidiana e o espaço da vida não-cotidiana, cada um deles apresentando características próprias de objetivação, ou seja, de apropriação dos objetos da cultura produzidos pelo homem. Na vida cotidiana, apropriamo-nos da linguagem, dos usos e dos costumes, enquanto que, na vida não-cotidiana, ocupamo-nos da arte, da ciência, da filosofia e da política.

As ações da vida cotidiana, na qual todos os homens estão inseridos, são praticadas com vistas à subsistência imediata, a partir de motivações pessoais e viabilizam a reprodução da sociedade, na medida em que é através dessas ações que a humanidade adquire bens culturais e se apropria de valores acumulados. A apropriação da língua, dos objetos, dos usos e dos costumes constitui o conhecimento cotidiano e representa uma necessidade básica do homem enquanto ser social. Essa apropriação se dá através da transmissão da cultura, de geração em geração, e é denominada por BERGER e LUCKMANN (1983) de socialização primária, por representar o esteio sobre o qual se apoiará a aprendizagem formal, por eles chamada de socialização secundária.

De acordo com HELLER (ibidem) a visão de mundo típica da vida cotidiana constitui o psiquismo cotidiano, que apresenta como características principais a espontaneidade, o pragmatismo e o economicismo (p.37). Essas características levam os indivíduos a não aprofundarem criticamente o conhecimento que adquirem, a concentrarem seus pensamentos na utilidade de suas ações, fazendo o menor esforço possível para alcançarem seus objetivos. Essas características determinam não apenas as ações diárias, mas também condicionam suas aprendizagens espontâneas.

As ideias que nos permitem viver satisfatoriamente na cotidianidade não se elevam ao nível da teoria, o que faz com que, em situações normais, façamos juízos provisórios recorrendo à generalização. Para ascender à esfera não-cotidiana da sociedade, devemos

ultrapassar o senso comum. O acesso ao conjunto de conhecimentos universais construídos pela humanidade, dentre os quais temos o conhecimento científico, exige que o homem transcenda o psiquismo cotidiano. Sendo a escola a instituição encarregada da transmissão desse conhecimento, cabe a ela buscar a aproximação entre o processo educativo e o conhecimento cotidiano, problematizando-o (DUARTE (2007), LUTFI (1988)). Considerando que a aquisição de novos conhecimentos se dá sempre contra um conhecimento anterior, a partir da retificação de concepções do passado (BACHELARD (1938), a ruptura com as certezas baseadas no senso comum é uma necessidade para que os homens alcancem a vida não-cotidiana. O conhecimento cotidiano é o obstáculo epistemológico a ser superado. Quando essa superação não acontece, ocorre a alienação da vida cotidiana. PATTO (1993) ressalta a distância da produção do conhecimento como causa da alienação:

> *"[…] o indivíduo da vida cotidiana é o indivíduo que realiza o trabalho que lhe cabe na divisão social do trabalho, produz e reproduz esta parte e perde de vista a dimensão humano-genérica. Assim sendo, perde de vista as condições de sua objetividade; ao alienar-se, torna-se particularidade, parcialidade, indivíduo preso a um fragmento do real, à tendência espontânea de orientar-se para seu eu particular. A alienação ocorre quando se dá um abismo entre a produção humano-genérica e a participação consciente dos indivíduos nesta produção […]" (p.125).*

A aprendizagem do conhecimento científico exige mudanças na estrutura cognitiva e requer a utilização de estratégias que não são normalmente mobilizadas na vida cotidiana. A educação científica, longe de ser espontânea, pressupõe uma construção social que possa permitir "[...] que os alunos construam procedimentos e conceitos que não construiriam em contextos cotidianos e possam utilizar esse conhecimento em situações novas" (POZO, 1997, p.266).

Esses requisitos não são preenchidos pela formação disciplinar que é oferecida aos professores de ciências nos cursos de licenciatura. Em geral, os conhecimentos didáticos são incipientes, o que reforça a tradição de ensino de caráter transmissivo e reprodutivo que não contempla outros saberes imprescindíveis à prática docente. 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).

CALDEIRA (1995) ao pesquisar a prática docente utilizando como referencial teórico a teoria helleriana, concluiu que, no cotidiano do professor, 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 (p.11).

Os professores, de modo geral, na formação inicial, entram em contato com modelos de conhecimento científico em que não estão incluídos os debates que dão sentido à sua origem. Na escola, frequentemente, a ciência é tratada como um “pacote sagrado”, que não é questionado, mas ao qual se faz reverência (DEMO, 2010). Dessa forma, os licenciandos podem perder de vista as condições de sua objetividade e ater-se apenas a fragmentos da realidade. Tratados como receptores passivos de informações apresentadas como neutras e verdadeiras, os futuros professores não modificam o seu psiquismo cotidiano.

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” (FRACALANZA, 2002, p. 96). O autor afirma que 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 (ibidem, p. 100).

No entanto, se as práticas 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 propostas passaram a se constituir em fantasmas jamais exorcizados (ibidem, p. 97).

Tais evidências demonstram que os professores não são sujeitos passivos no processo de ensino. Pelo contrário. Atuam ativamente ao construir suas práticas, adaptando, reformulando, descaracterizando, ou simplesmente ignorando os ditames dos órgãos superiores na hierarquia do sistema educacional.

HERNANDEZ (1998) 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” (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.

Durante muitos anos o docente foi considerado como um implementador das reformas e inovações projetadas pelos especialistas e estimuladas pelos políticos. Quando se começou a avaliar a presença destas propostas na prática (o que havia sido aprendido), descobriu-se que os docentes não seguiam as pautas apresentadas na formação e nos materiais, mas, na verdade, adaptavam-nas, reorientando e transformando as propostas recebidas, inclusive aquelas consideradas "à prova" de professores (ibidem, n.p.).

Segundo HERNANDEZ (1998), a mudança da prática pedagógica requer uma formação capaz de “conhecer a prática docente, a tarefa do professor, para inferir o papel das concepções na prática e no seu processo de tomada de decisões” (ibidem, n.p.). Nesse sentido, é forçoso reconhecer que os professores não são tabulas rasas, mas pautam sua ação em concepções, esquemas de trabalho e experiências vividas no seu cotidiano. Para o autor, a implementação de qualquer proposta de formação coloca para as instituições formadoras o desafio de tomar como ponto de partida o pensamento dos docentes, as teorias que orientam suas práticas e a forma como adaptam as inovações ao seu fazer pedagógico.

Igualmente importante e amplamente discutida é a necessidade de considerar-se o conhecimento que os alunos trazem para a escola. A ausência de motivação e de interesse em relação ao conhecimento científico é frequentemente apontada como uma característica do alunado responsável pelos grandes entraves ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem na área.

O impacto provocado por esse quadro tem dado origem a questionamentos sobre a eficiência do trabalho pedagógico. A questão pode ser abordada por outros ângulos. Uma delas refere-se aos saberes ensinados aos alunos. A adequação e a pertinência desses saberes é resultado de um processo em que, através da transposição didática, estes são transformados antes de serem implementados, como veremos a seguir.

II.2 Os desafios da transposição didática

Os docentes que optam por abordar os conteúdos do ensino de Física tendo como eixo condutor a História da Ciência veem-se diante da necessidade de tomar decisões metodológicas que rompem com práticas estabelecidas tradicionalmente. No entanto, a efetivação das intencionalidades educativas que buscam a democratização do acesso à ciência, de modo geral, nem sempre se dá de acordo com as expectativas dos professores.

Ao citar a distância entre essas intenções educativas e resultados considerados inovadores, GABRIEL (2001) aponta a influência das políticas educacionais, das propostas curriculares e livros didáticos, das pesquisas acadêmicas e da formação inicial e continuada dos docentes. A autora questiona a participação dos diferentes atores que, além dos professores, também contribuem para que as intenções educativas inovadoras se concretizem.

Nesse sentido, o sucesso das ações pedagógicas dependem do provimento das condições estruturais necessárias às mudanças pedagógicas por parte do Estado, do atendimento à demanda dos docentes no processo de elaboração das propostas curriculares, da opção dos autores de livros didáticos pelas questões pedagógicas em detrimento dos benefícios mercadológicos, de pesquisas educacionais menos prescritivas e de uma formação docente que permita a absorção de mudanças pedagógicas.

A tentativa de reaproximação entre as intencionalidades de ensino e suas concretizações requer a compreensão dos elementos constitutivos da relação didática, uma relação dinâmica entre o conhecimento, o aluno e o professor (LIBÂNEO, 2009). O conhecimento científico, por sua vez, é claramente descrito nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) como algo distante dos alunos, tendo em vista a sua complexidade:

> *"Os campos do conhecimento científico — Astronomia, Biologia, Física, Geociências e Química — têm por referência as teorias vigentes, que se apresentam como conjuntos de proposições e metodologias altamente estruturados e formalizados, muito distantes, portanto, do aluno em formação. Não se pode pretender que a estrutura das teorias científicas, em sua complexidade, seja a mesma que organiza o ensino e a aprendizagem de Ciências [...]" (BRASIL, 1997, p.27).*

Evidencia-se assim a necessidade de adequação dos conhecimentos científicos à capacidade de compreensão dos alunos. Essa adequação é efetuada através de um processo denominado Transposição Didática (TD): o material didático que chega às mãos dos alunos é o resultado de uma transformação sofrida pelo conhecimento desde a sua origem, ou seja, é a transformação do saber científico em saber ensinado.

A transposição didática foi apresentada pelo sociólogo francês VERRET (1975), num capítulo da sua tese de doutorado, em que afirma: "Toda prática de ensino de um objeto pressupõe de fato a transformação prévia de seu objeto em objeto de ensino" (p.140). Dez anos depois, o didata Chevallard publica um livro aprofundando e divulgando as ideias de Verret e, em 1991, na segunda edição dessa obra, descreveu um estudo de caso em que validava a teoria (AMADOR (2010, p.14), BATISTA FILHO et al. (2012, p.73)). Nesse trabalho Chevallard apresenta o conceito de transposição didática:

> *"Um conteúdo de saber que tenha sido definido como saber a ensinar, sofre, a partir de então, um conjunto de transformações adaptativas que irão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os objetos de ensino. O "trabalho" que faz de um objeto de saber a ensinar, um objeto de ensino, é chamado de transposição didática" (CHEVALLARD, 1991, p. 39).*

MARANDINO (2004) lembra que esse conjunto de transformações adaptativas não deve ser entendido como uma simplificação do conhecimento científico e sim como um processo de produção de novos saberes, diferentes do saber produzido pelos cientistas, denominado por CHEVALLARD (1991) de saber sábio. Sob a forma de artigos e trabalhos científicos, o saber sábio já é apresentado à comunidade científica destituído de pormenores de sua origem na medida em que, nos documentos de divulgação, são omitidos detalhes do processo de sua elaboração. Na passagem do saber sábio para o saber a ensinar, novas manipulações transpositivas ocorrem para garantir a socialização desse conhecimento na escola. O saber a ensinar, um saber diferente do saber sábio explicitado nas propostas curriculares e nos livros didáticos, é resultado de processos que CHEVALLARD (1991) denominou de constrangimentos didáticos: dessincretização (segmentação dos conteúdos) descontemporalização (afastamento da origem), descontextualização (afastamento dos

problemas que originaram o conhecimento) e despersonalização (apagamento do autor) A partir do saber a ensinar, surge um novo nicho epistemológico denominado saber ensinado. Esse é o saber que os professores apresentam aos alunos.

Segundo GABRIEL (2001, p. 2) o reconhecimento da pluralidade de saberes escolares revelada pela transposição didática é fundamental "[...] ao entendimento do funcionamento didático de uma disciplina". ACEVEDO et al. (2005) chamam a atenção para os diversos fatores que devem ser considerados quando os professores elaboram seus próprios materiais didáticos. Tais fatores relacionam-se principalmente com o conhecimento didático do conteúdo, que, além de incluir o conhecimento do objeto de ensino abrange a necessária transposição didática dos conteúdos.

Dentre os cuidados a serem observados pelos docentes quando reconstroem didaticamente os episódios históricos, inclui-se a preocupação em não omitir as condições de produção do conhecimento científico, tentando assim, evitar distorções inerentes aos efeitos da descontemporalização, da descontextualização e da despersonalização dos saberes ensinados. Esses processos são parte do funcionamento didático de produção de saberes. Embora tenham por objetivo facilitar a aprendizagem dos alunos, despojam o conhecimento de sua história, desconsideram a correlação com outros conhecimentos, tornando-o, em alguns casos, infrutífero (GOMES et al., 2011).

Cientes de que o saber escolar não é mera vulgarização dos saberes científicos os professores devem levar em conta as transposições efetuadas em sua constituição.

> *"O entendimento dos saberes escolares, ancorado na teoria da transposição didática, dá-se a partir da análise da origem de conceitos que em algum momento fizeram parte do saber científico, e que sofreram um processo de transposição. Assim, dentro da perspectiva da didática das disciplinas, o significado dos conteúdos escolares deverá ser buscado na história das transposições efetuadas para constituí-lo" (VALENTE, 2003, p. 5).*

CHEVALLARD (1991) alerta que, apesar de divulgar saberes, o professor não faz transposições, pois quando ele prepara seus materiais didáticos, a transposição didática já ocorreu. O que se espera dos professores é que possuam habilidades para avaliar e distinguir esses movimentos transpositivos e exerçam suas práticas indo além da simples mediação na relação do aluno com o saber a ensinar (CORDEIRO, PEDUZZI, 2012). Tal demanda redimensiona o papel dos professores. Ao produzir e organizar o material didático que utilizará em suas aulas, o docente deve resgatar contextualizações históricas. Para tanto, faz-se necessário identificar as regras a partir das quais o saber a ser ensinado se transforma em saber ensinado (GABRIEL, 2001).

No âmbito da presente pesquisa, a importância da teoria da transposição didática é tão notória quanto desafiadora. Quando são produzidas as abordagens pedagógicas que tem como eixo condutor a História da Ciência, algumas preocupações devem nortear a intervenção

dos docentes no sentido de evitar que o saber ensinado reflita uma imagem distorcida da ciência:

a) as fontes primárias, onde o saber sábio construído pelos cientistas é encontrado em sua formulação original, devem ser confrontadas com o saber a ensinar construído pelos historiadores, a partir de um olhar que contextualize os conteúdos científicos (KRAGH, 1987);

b) os efeitos da descontextualização, dessincretização e da despersonalização dos saberes acadêmicos devem ser cuidadosamente tratados para que não ocasionem o surgimento da pseudo-história;

c) o nível de compreensão deve ser conciliado com o nível de abstração requerido pela complexidade da dimensão histórico-epistemológica dos saberes (FORATO, 2009);

d) o saber ensinado deve ser adequado à cultura e ao cotidiano dos alunos, incidindo sobre o dogmatismo do saber a ensinar e restituindo-lhe a capacidade de resolver problemas reais, permitindo, dessa forma, que os alunos percebam a dimensão humana da produção científica (ALVES FILHO, 2000);

e) as aparentes evidências do saber ensinado devem ser interrogadas para que não se corra o risco de oferecer aos alunos um conhecimento científico deturpado; esses questionamentos caracterizam o que CHEVALLARD (1991) denominou de vigilância epistemológica.

II.3 Obstáculos enfrentados na inserção da História da Ciência no ensino

Os resultados das pesquisas realizadas por MARTINS (2007) sobre os principais problemas, relatados por licenciandos, alunos de pós-graduação e professores da rede pública acerca da utilização de elementos da História da Ciência nas salas de aula de Física do Ensino Médio, organizam as dificuldades em duas categorias: os obstáculos de responsabilidade do professor e os obstáculos externos a ele.

Na primeira categoria, foram incluídas as dificuldades vividas pelos professores ao planejarem e executarem aulas em que a História da Ciência representava o eixo condutor do ensino. MARTINS (ibidem) considera que os aspectos relacionados nessa categoria demonstram claramente os problemas referentes às dimensões políticas, didáticas, pedagógicas e técnicas do “como fazer”. Frequentemente tratados como reprodutores de conhecimentos produzidos pela pesquisa acadêmica, os professores têm sido alvo de prescrições a serem seguidas. Tais propostas, por não considerarem relevantes os saberes docentes, não estimulam o engajamento intelectual efetivo dos professores em investigações que resultariam no planejamento e execução de ações que pudessem tornar a escola um ambiente mais educativo (ZEICHNER, 1998).

Na segunda categoria encontram-se os obstáculos externos que os docentes consideram responsáveis pela incipiente utilização da História da Ciência no ensino: o currículo

escolar voltado para os exames vestibulares, o pouco tempo disponível, a resistência e o desinteresse dos alunos, a falta de preparo do professor e a falta de material didático adequado, que é o aspecto também apontado com mais frequência pelos pesquisadores (MARTINS (2007), FORATO (2009), HOTTECKE, SILVA (2010)). Sem desmerecer a importância de todos os fatores que obstaculizam a adoção da abordagem histórica no ensino, analisaremos, a seguir, as implicações da alegada falta de materiais didáticos a serem utilizados na abordagem histórica do ensino, objeto da presente pesquisa.

É importante salientar que não se pode ignorar a existência de bons materiais didáticos que podem apoiar a introdução da História da Ciência na prática docente. Geralmente divulgados apenas nas seções específicas dos periódicos especializados na área, esses materiais de qualidade não são conhecidos pela maioria dos professores (GATTI et al. (2010), PENA et al. (2013)).

O processo de criação e elaboração de materiais instrucionais, por sua vez, apresenta algumas exigências. Pressupõe um exercício da docência oposto ao que comumente se vê: professores desempenhando o papel de receptores passivos do conhecimento profissional alheio, implementando propostas e conteúdos pensados e elaborados por especialistas que não estão em contato com os alunos. Essa realidade caracteriza o que Giroux denominou de pedagogia do gerenciamento, cujos princípios “[...] estão em desacordo com a premissa de que os professores deveriam estar ativamente envolvidos na produção de materiais curriculares adequados aos contextos culturais e sociais nos quais ensinam” (GIROUX, 1977, p. 160).

A proposição dos produtos educacionais parte da premissa de que os professores são sujeitos ativos no processo de ensino-aprendizagem, capazes de elaborar materiais instrucionais e também superar as eventuais falhas dos recursos já disponíveis. “Deles espera-se a capacidade de avaliar e criticar o que, porventura, não for adequado no livro didático – tanto em termos estritamente conceituais, quanto em termos históricos e filosóficos” (CORDEIRO, PEDUZZI, 2012, p.184).

No entanto, não são poucos nem desprovidos de complexidade os obstáculos enfrentados pelos professores que se propõem a formular propostas próprias para o ensino dos conceitos científicos. É preciso que esses profissionais saibam articular os resultados inovadores das pesquisas e os elementos da História da Ciência resistindo à tendência de reproduzir concepções conservadoras que possam entrar em conflito com as propostas pretendidas.

Os desafios surgem já no início do processo quando são estabelecidos os objetivos do ensino. O professor precisa estar apto a responder a questões tais como: por que e para que ensinar Física. A partir daí deverão ser cuidadosamente efetuadas a seleção dos conteúdos, a elaboração dos textos, a utilização de estratégias didáticas de tal forma que sejam evitadas as

ambiguidades e incoerências que possam inviabilizar suas intenções educativas.

II.3.1 A definição dos objetivos educacionais

Quando atua como sujeito ativo de sua prática, o professor define não somente as estratégias didáticas, mas também os conteúdos e os objetivos de ensino. Como subsídio para a definição dos objetivos educacionais, os professores utilizam documentos curriculares oficiais como referência. Dentre esses documentos destacam-se as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e suas orientações complementares (PCN+). Com a intenção de superar o ensino que apenas privilegia a reprodução de conteúdos memorizados pelos alunos e propor objetivos mais adequados às demandas que a sociedade apresenta ao sistema educacional brasileiro, esses documentos oficiais se propõem a apresentar propostas inovadoras.

Nos PCN elaborados para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental, a História da Ciência é indicada para: “Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica [...]” (BRASIL, 1997, p.33). Os PCN de Física para o Ensino Médio, por sua vez, preveem a aquisição de um conjunto de competências e habilidades relacionadas à representação, comunicação, investigação, compreensão e contextualização sociocultural que permitam “[...] a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação” (BRASIL, 2000, p. 22).

Atendendo a esses parâmetros, de maneira geral, a História da Ciência no ensino de Física é utilizada com o objetivo de evidenciar as características do processo de construção da ciência. BRUSH (1974), no entanto, afirma que a utilização da História da Ciência no ensino de Física pode atender a diferentes objetivos educacionais: desde demonstrar a neutralidade da ciência e dos cientistas, ou utilizar recortes de fatos do passado para explicar o presente até promover a compreensão da ciência. Ou seja, a intenção educativa determinará a escolha pela doutrinação ideológica dos estudantes, ou pela manipulação dos fatos históricos, ou ainda pela construção de uma visão crítica da ciência. Cabe, portanto, ao professor a responsabilidade de definir metas e referências claras quanto à utilização da abordagem histórica para orientar e viabilizar a aprendizagem.

II.3.2 A seleção dos conteúdos

Inicialmente, é importante destacar que embora a preocupação diária com “o que” ensinar mobilize grande parte da atenção dos professores, os conteúdos foram, durante muito tempo, definidos a priori por especialistas e aceitos pelos docentes sem maiores discussões. A partir do momento em que os docentes definem os objetivos para o ensino de Física, surge o desafio de selecionar e organizar o conteúdo histórico que possua as características

necessárias à obtenção dos resultados pretendidos (FORATO, 2009).

Nesse sentido, se o objetivo do ensino for caracterizar os cientistas como descobridores que agem de forma neutra diante dos fatos, a decisão acerca dos fatos e eventos considerados relevantes para o ensino de Física será pautada na concepção positivista que enaltece apenas os recortes históricos que apontam os acertos e as ações bem sucedidas dos cientistas (BRUSH, 1974).

Caso os docentes tenham como objetivo promover a compreensão dos interesses e as contradições inerentes à atividade científica deverão selecionar conceitos científicos permeados por fundamentos históricos, epistemológicos e culturais, contextualizados, de forma que possam oferecer aos alunos uma imagem compreensível e crítica da ciência. O grande desafio consiste em avaliar quais os tópicos da história atendem a esses requisitos, decidir em que nível de profundidade eles devem ser apresentados aos alunos e conciliar esse conteúdo selecionado com o tempo didático disponível (FORATO, 2009).

A seleção das fontes é outra preocupação dos professores que decidem recorrer à abordagem histórica com o propósito de promover a aprendizagem dos conhecimentos científicos. Nos textos e livros didáticos disponíveis, o professor não encontra subsídios para um tratamento histórico adequado dos temas. Frequentemente depara-se com a descrição de fatos históricos isolados em apêndices que apenas ilustram ou introduzem conteúdos científicos.

O conhecimento científico é apresentado numa perspectiva linear e descontextualizada que caracteriza a vertente historiográfica tradicional. As narrativas históricas presentes nesses materiais são reduzidas a informações anacrônicas, apresentadas a partir de preconceitos e concepções atuais, numa tentativa de simplificar os fatos.

São comumente encontrados materiais onde os cientistas são excessivamente romantizados, apresentados como vítimas ou heróis solitários, responsáveis por descobertas aparentemente inéditas e exclusivas. Em geral, os autores desses materiais tentam, sem conseguir, retirar do conhecimento científico a sua complexidade, apresentá-lo numa sequencia de fatos lógicos, de tal forma que possam ser facilmente lembrados pelos alunos (PERSSON, 2013).

São escassos os materiais em que os conceitos científicos são permeados pelos fundamentos históricos, epistemológicos e culturais, contextualizados, de forma que possam oferecer aos alunos uma imagem compreensível da ciência.

O desenvolvimento de materiais didáticos com essas características, destinados ao ensino de Física, pode gradualmente enfrentar o obstáculo que Hottecke & Silva (2010) atribuem a uma cultura que considera o ensino da ciência como a transmissão de uma coleção

de fatos e não prevê discussão sobre a natureza da ciência. Essa cultura se consolida na crença de que História da Ciência é complemento adicional e não conteúdo ensinável.

II.3.3 A elaboração dos textos históricos

Após a seleção dos episódios históricos, os professores se veem diante da tarefa de elaborar os textos que serão utilizados pelos alunos na sala de aula. Nesse momento, o professor precisa estabelecer o nível de aprofundamento com que serão tratados os aspectos históricos para que possam se adequar à realidade de seus alunos. FORATO et al. (2011) consideram essas ações docentes como obstáculos que podem ser superados. Há que se cuidar para que a relação entre profundidade e simplificação do material produzido seja atentamente equacionada para evitar-se a omissão ou a distorção de dados importantes.

Outras questões foram indicadas por FORATO et al. (ibidem) como desafiadoras, mas também superáveis no momento em que, através da transposição didática, é elaborado o saber a ensinar: o nível de detalhamento dos acontecimentos que influenciaram a construção da ciência e a apresentação de conceitos epistemológicos relativos à natureza da ciência através da narrativa e não a partir de definições formais.

Os textos sobre episódios históricos, produzidos com a intenção de promover a compreensão dos conteúdos científicos, ainda que pautados nas tendências historiográficas atuais, são apenas meios didáticos e, como tal, dependem da mediação do professor para que possam potencializar a aprendizagem (SALOMON, 2000).

Apesar do alto de grau de complexidade envolvido na elaboração desses textos faz-se necessário um grande investimento também no planejamento de estratégias didáticas que promovam e facilitem a ação formativa.

II.3.4 O planejamento de estratégias didáticas

O planejamento de estratégias específicas implica na previsão de uma sequência de procedimentos organizados que incluam atividades que estimulem a autonomia e a reflexão crítica por parte dos alunos, que permitam o debate e a apropriação dos conhecimentos científicos.

A utilização de diferentes técnicas e materiais didáticos como vídeos, simulações, experimentos, etc. deve ser acompanhada da atenta observação da reação dos alunos de tal forma que permita ao docente flexibilizar e, se necessário, mudar as estratégias previamente planejadas. Dessa forma, o professor estará se valendo da interação com os aprendizes, entendendo que são essas interações que determinam a natureza das estratégias a serem utilizadas (TARDIF, 2002).

Capítulo III - Os caminhos metodológicos

Recorremos a uma abordagem qualitativa para responder às questões centrais dessa pesquisa. Serão detalhadas, a seguir, as etapas do desenvolvimento do trabalho que se iniciou com a decisão sobre o objeto a ser investigado. Serão ainda explicitados os critérios adotados para a definição do recorte temporal que orientou a obtenção das cópias das dissertações bem como a categorização e a análise das opções didáticas utilizadas pelos professores para atingir os objetivos propostos para a inserção da História da Ciência no ensino de Física.

III.1 Delimitando o objeto da pesquisa

Para delimitar o objeto da pesquisa consideraram-se, inicialmente, os desafios enfrentados por professores que decidem utilizar concretamente a História da Ciência como eixo condutor em suas aulas de Física. Num 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).

Tais características justificam a escolha do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências como espaço em que podem ser encontrados trabalhos de professores com o perfil adequado à presente investigação. O Mestrado Profissional (MP) em Ensino de Ciências é uma modalidade de pós-graduação na qual os professores elaboram, aplicam e avaliam 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. Esses resultados são descritos nas dissertações defendidas ao final do curso.

A partir 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 uma linha de pesquisa na área de História da Ciência e Ensino. Com o objetivo de identificar as produções que utilizaram a história da ciência como eixo condutor do ensino de Física, iniciamos a seleção das dissertações delimitando o período de investigação ao definir como objeto as dissertações defendidas entre 2010 e 2011. Nesse período ocorre um recrudescimento da produção e da pesquisa que pode ser constatado através do número de dissertações defendidas em programas da área. Dentro desse recorte temporal, buscamos as dissertações nas quais os professores explicitaram a incorporação da História da Ciência ao ensino da Física, em situações didáticas específicas explicitadas na descrição dos produtos educacionais, 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).

As dissertações encontradas mostraram-se efetivamente de acordo com os objetivos da análise que pretendíamos realizar como se pode observar nas referências bibliográficas e resumos transcritos no Anexo 1. 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). Na tabela a seguir são também identificados os autores, as instituições e os temas das dissertações analisadas.

Tabela III.1: Dissertações do ano de 2010

INDICADOR	INSTITUIÇÃO	AUTOR	TÍTULO	CONTEXTO DE APLICAÇÃO
D1	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)
D2	UEPB	DIAS, Altamir Souto	O estudo da argumentação na formação do professor de Ciências: um exemplo de elucidações epistemológicas na carta de Galileu à Grã-duquesa Cristina de Lorena	Trabalho realizado num curso de curta duração, com alunos de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba em dezembro de 2010.
D3	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.
D4	CEFET-RJ	MENEZES, Ana M. S.	Teoria da relatividade geral no ensino médio: linhas retas e curvas no caminho da Física, da Literatura e da História e Filosofia da Ciência	Trabalho realizado em 3 turmas do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública.

Tabela III.2: Dissertações do ano de 2011

INDICADOR	INSTITUIÇÃO	AUTOR	TÍTULO	CONTEXTO DE APLICAÇÃO
D5	UEPB	MONTEIRO, Flaviane A.	Discutindo a ciência através dos episódios históricos: o caso dos raios-X e da radioatividade	Trabalho realizado com 20 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Campina Grande (PB).
D6	CEFET-RJ	MORAIS,	O conceito de	Trabalho realizado em 12

		Angelita Vieira	energia através da história: a HFC como caminho para inserir Física Moderna no Ensino Médio	aulas, com 68 alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola pública do RJ.
D7	CEFET-RJ	ALCANTARA, Marlon C.	História da Ciência, Filosofia e Arte na Holanda do século XVII: construindo um módulo para o ensino dos instrumentos óticos	Trabalho realizado em 2 aulas, com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola particular do RJ.
D8	UEPB	NASCIMENTO, 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.
D9	CEFET-RJ	PEREIRA, Julien Lopes.	Controvérsia entre o modelo corpuscular e ondulatório da luz: um caminho para o ensino de Óptica no Ensino Médio	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.
D10	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.
D11	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.
D12	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.

As tabelas acima permitem-nos constatar que as temáticas investigadas referem-se ao ensino de Física no Ensino Médio e à abordagem da História da Ciência na formação de professores universitários.

III.2 A análise de conteúdo temática

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 de pré-análise - seguiu-se a leitura flutuante das mesmas com o propósito de aprofundar o conhecimento sobre as concepções e opções dos autores (BARDIN, 2011, p. 126). As leituras das dissertações conjugadas às reflexões trazidas da revisão da literatura da área da História da Ciência e ensino levaram a identificação e seleção das unidades de análise, a partir dos objetivos e da leitura preliminar dos documentos elencados como objeto dessa pesquisa. A organização dos dados resultou na designação das categorias e subcategorias relacionadas na Tabela III.3.

Tabela III. 3: Categorias e subcategorias resultantes da análise das dissertações

Categoria A: Objetivos	**Subcategoria A1**: Entendimento da natureza da ciência **Subcategoria A2**: Compreensão do conhecimento científico
Categoria B: Referencial teórico	**Subcategoria B1:** Diálogo entre literatura e objetivos **Subcategoria B2**: Princípios historiográficos
Categoria C: Estratégias didáticas	**Subcategoria C1:** Textos **Subcategoria C2:** Questionários **Subcategoria C3:** Aulas expositivas **Subcategoria C4:** Debates **Subcategoria C5:** Vídeos **Subcategoria C6:** Experimentos **Subcategoria C7:** Jogos e dinâmicas
Categoria D: Resultados	**Subcategoria D1:** Resultados sem identificação de obstáculos **Subcategoria D2:** Resultados com identificação de obstáculos

O processo descrito possibilitou a identificação de quatro categorias: “objetivos”, “referencial teórico”, “estratégias didáticas” e “resultados”. Na categoria “objetivos”, foram encontradas as subcategorias entendimento da natureza da ciência e compreensão do conhecimento cientifico. A categoria “referencial teórico” se subdividiu em diálogo entre literatura e objetivos e princípios historiográficos. Na categoria “estratégias didáticas”, foram encontradas as subcategorias textos, questionários, aulas expositivas, debates, vídeos, experimentos, jogos e dinâmicas. A categoria “resultados” se subdividiu em resultados sem identificação de obstáculos e resultados com identificação de obstáculos.

Após a definição das categorias e subcategorias, uma leitura 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 o que foi relatado pelos autores, buscando inferir diretamente suas intenções (OLABUÉNAGA, 1999).

Capítulo IV - Análise dos resultados

Antes de iniciarmos a análise detalhada dos dados organizados nas categorias e subcategorias descritas anteriormente, apresentaremos um panorama geral do perfil das dissertações analisadas. Como se pode observar na tabela IV.1, foram feitas menções à História da Ciência em diferentes seções dos trabalhos. A ocorrência do termo História da Ciência nas introduções, nas seções destinadas à fundamentação teórica e nas descrições dos produtos educacionais evidencia o tratamento dado ao tema pelos autores. As menções vinculam-se a justificativas referendadas pela literatura especializada da área e é predominante a ideia de que a abordagem histórica poderá contribuir para a compreensão da Física.

Tabela IV.1: Menção à História da Ciência nas dissertações

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
Título				X		X	X	X				
Resumo				X	X	X	X	X		X	X	
Introdução	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fundamentação teórica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Produto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Conclusão	X	X		X	X	X	X	X	X	X		
Referências	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tal abordagem caracteriza também, de maneira inequívoca, a posição dos autores em relação às possibilidades de utilização da História da Ciência como eixo condutor do ensino, de tal forma que os aspectos históricos permeiem toda a ação educativa dos conteúdos da Física. Dessa forma, os autores defendem que a História da Ciência não é um apêndice e não pode estar presente apenas na introdução dos temas a serem estudados. Passaremos, a seguir, a apresentar inferências que consideramos válidas a partir dos dados classificados em cada uma das categorias.

IV.1 Categoria A: Objetivos propostos para a inserção da História da Ciência

Na categoria A, os indicadores selecionados nos levam a observar que a origem dos problemas que motivaram as pesquisas descritas em todas as dissertações analisadas é a preocupação de seus autores com problemas considerados reais, enfrentados no ensino de Física. Abordando nos produtos educacionais diferentes conteúdos de Física[4], os autores enfatizaram que um dos problemas atuais do ensino de Física é a falta de significação dos conteúdos apresentados tradicionalmente aos alunos e a consequente dificuldade de aprendizagem desses conteúdos, provocando, segundo eles, desinteresse e baixo desempenho dos alunos.

"As aulas foram baseadas em manuais e livros didáticos que não muito

[4] Conceitos de Óptica (reflexão, refração, difração, interferência), argumentação no ensino de Física, conceito de Força, teoria da relatividade, radioatividade, conceito de energia, instrumentos óticos, modelo corpuscular e ondulatório da luz, ideias filosóficas sobre conceitos físicos, princípios da conservação, infinitude x finitude.

> *diferiam dos já feitos nas décadas de setenta e oitenta do século XX. Diante dessa forma de ensino, não se percebia uma significação para o estudo da Ótica, já que tal metodologia geralmente provocava um sentimento de vazio, deixando um espaço a ser preenchido. Era normal surgirem dúvidas dos alunos sobre a utilização do formalismo geométrico para a explicação a reflexão e refração, por exemplo. Além disso, os alunos não percebiam conexões entre essa forma de estudar Óptica e o mundo que os cerca. Isso costumava gerar neles um desinteresse pelo estudo dessa matéria" (D1, p.12).*
>
> *"A atuação como professora de ensino médio em escola pública trouxe reflexões iniciais que serviram para nortear os objetivos e métodos desta dissertação. Apesar de ter se tornado quase um lugar comum dizer que os estudantes atualmente estão desmotivados, principalmente com as aulas de Física, essa afirmação continua verdadeira" (D5, p. 9).*
>
> *"Desde meu início na prática de ensino, o que se deu há oito anos, venho percebendo inúmeras dificuldades dos alunos em relação à aprendizagem de Física. Tais dificuldades acabam influenciando diretamente no seu baixo rendimento e em certo desinteresse pelas aulas de Física. Não é de hoje que existe esta situação. Em 1999, Curado já constatava o desinteresse dos alunos a nível nacional e justificava o fato do ensino de Física atualmente ter tomado uma direção de "ciência como entidade descontextualizada"" (D8, p.9).*
>
> *"A motivação que fomentou e levou a execução desse trabalho foi a insatisfação por parte dos alunos e professores com a forma como a Física é apresentada. A Física parece ser um apanhado de fórmulas que servem para resolver problemas criados para serem resolvidos por essas fórmulas. Mesmo quando se consegue contextualizar certos conteúdos, em algum momento, os exercícios de fixação propostos pelos livros, baseados nas aplicações das equações e soluções exclusivamente matematizadas, serão trabalhados e provavelmente servirão como base para uma avaliação" (D12, p.1).*

Reconhecidas pelos estudiosos e pesquisadores, as potencialidades da História da Ciência se fazem presentes em todas as dissertações como justificativa para implementação de práticas consideradas diferenciadas pelos autores/professores. Nessa perspectiva, discutiremos os objetivos elencados pelos autores/professores em duas subcategorias: na subcategoria A1 foram incluídos aqueles que se destinam à aquisição da compreensão dos aspectos da NdC e, na subcategoria A2, os que se referem à aquisição do conhecimento científico.

IV.1.1 Subcategoria A1: Entendimento da Natureza da Ciência

Os objetivos classificados na subcategoria A1 referem-se ao entendimento da NdC. A convicção de que a inserção da História da Ciência no ensino pode promover tal entendimento é claramente manifestada nas doze dissertações elaboradas e partem da premissa de que através da discussão de características próprias do fazer científico, seja possível transformar visões equivocadas sobre a ciência e o trabalho dos cientistas. A seguir, destacamos textos que ilustram a preocupação dos autores/professores com a discussão em torno à 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).*
>
> *"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).*
>
> *"[...] 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).*
>
> *"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, até mesmo, uma reação menos dogmática frente a crendices" (D1, p.44).*
>
> *"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).*

Nessa subcategoria percebe-se que a tendência predominante é oferecer aos alunos, através de mecanismos de instrução explícita, a oportunidade de refletir sobre os aspectos consensuais da NdC indicados por MCCOMAS et al. (1998), GIL-PÉREZ et al. (2001) e PRAIA et al. (2007). Na tabela IV.2, apresentamos alguns exemplos de objetivos que abordam aspectos consensuais destacados pelos autores/professores.

Tabela IV.2: Objetivos propostos para o ensino dos aspectos da NdC

ASPECTOS DA NdC	OBJETIVOS PROPOSTOS PELOS AUTORES DAS DISSERTAÇÕES
Ciência como resultado de ação coletiva, social e história	*"[...]trabalhar aspectos da Natureza da Ciência extraídos diretamente dos textos históricos sobre a História da Óptica. [...] pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência; a ciência é parte das tradições sociais e culturais; ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas" (D1, p. 90-92).* *"Neste (campo da ciência) há certo [...]respeito aos procedimentos que lhe são próprios e que conferem ao conhecimento cientifico a qualidade de conhecimento validado coletivamente, produto do esforço de muitos [...] e é com respeito a esse tipo de conhecimento que aqui discutimos alguns dos aspectos respeitantes à definição tradicional do conhecimento[...]" (D2, p.122).* *"Pretendemos deixar claro que, a princípio, o conceito de força é mais um dos conceitos que [...]sofreu mudanças advindas da contribuição de diversos povos [...]" (D3, p.62).* *"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" (D4, p.25).* *"A opção por iniciar os textos pelos pré-socráticos pretende, dessa forma, alcançar dois objetivos: discutir se realmente a ciência teve início em um lugar preciso e numa data bem definida e mostrar [...] que esses conceitos são, fundamentalmente, uma construção coletiva bem ampla e diversificada no tempo e no espaço" (D10, p. 62).* *"Em nosso produto, procuramos articular o conhecimento da Física com conhecimentos de História e Filosofia, apresentamos [...], os aspectos de sua história e suas relações com o contexto cultural, social, político e econômico do mundo em que se está inserido" (D11, p.16).*

Percepção da ciência como atividade humana	*"Diante disso percebia-se que a HFC poderia contribuir para uma melhor compreensão dos diversos aspectos relativos a NdC, a exemplo da [...] percepção da ciência como atividade humana, falibilidade dos cientistas" (D1, p.15).* *"[...]perceber a dimensão humana na construção do conhecimento científico [...]" (D2, p.88).* *"[...] 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).*
A inexistência de um único método científico, universal e infalível	*"Desmistificar a ideia de que, para comprovar (validar) uma teoria, "sempre" é necessário realizar uma experiência no final do processo de validação dessa teoria" (D1, p. 93).* *"Desenvolver um pouco mais a discussão sobre "[...]a defesa de que o valor maior do conhecimento científico está na sua qualidade de conhecimento certo, inegável, alcançado por métodos científicos rígidos e infalíveis[...]"" (D2, p. 138).* *"Esta pergunta foi proposta para que o aluno identificasse os vários modos de se inquirir a Natureza. A visão clássica do cientista partindo da observação do fenômeno como o primeiro passo de um método universal de pesquisa científica está presente nas respostas dos alunos" (D4, p. 44).* *" [...]fugir da ideia de que estudar Física significa seguir um método para se obter a verdade" (D11, p.16).*
O caráter evolutivo e revolucionário da História da Ciência	*"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).*
A observação é influenciada por ideias pré-existentes	*"Nesse trabalho escolhemos três características da natureza da ciência para serem explorados em sala d aula visando desconstruir um modelo pré-existente sobre conhecimento cientifico. São elas: uma observação não é possível sem ideias pré-existentes [...]" (D5, p.24).*
O conhecimento científico deve ser amplamente divulgado	*"Nesse trabalho escolhemos três características da natureza da ciência para serem explorados em sala d aula visando desconstruir um modelo pré-existente sobre conhecimento cientifico. São elas [...]a necessidade de divulgação entre pares para validar o conhecimento adquirido [...]" (D5, p.24).*
O mesmo fenômeno pode ser interpretado de diferentes maneiras	*"Nesse trabalho escolhemos três características da natureza da ciência para serem explorados em sala d aula visando desconstruir um modelo pré-existente sobre conhecimento cientifico. São elas: [...]é sempre possível mais de uma interpretação para o mesmo fenômeno" (D5, p.24).*

IV.1.2 Subcategoria A2 - Compreensão do conhecimento científico

Agrupados na subcategoria A2, os excertos apresentados a seguir evidenciam a opção dos autores/professores pela transformação de práticas pedagógicas tradicionais, consideradas por eles como responsáveis por resultados insatisfatórios. Observa-se em dez dissertações a justificativa de que a inclusão da abordagem histórico-filosófica no cotidiano da sala de aula promove a compreensão do conhecimento científico.

> *"Neste trabalho, tomando como base essa motivação inicial, será desenvolvida uma estratégia didática que vise a minimizar e preencher algumas lacunas relacionadas ao estudo da Óptica" (D1, p. 16).*
>
> *"Aplicar um material que permita aos alunos, da 2ª série do ensino médio, uma reflexão do ponto de vista histórico filosófico da evolução do conceito de força" (D3, p.62).*
>
> *"Neste sentido, o propósito deste trabalho é o de desenvolver uma análise que privilegia o caminho da Literatura e da História e Filosofia das Ciências para*

> *apresentar alguns conceitos da Teoria da Relatividade Geral, para os alunos do Ensino Médio" (D4, p. v).*
>
> *"[...] apresentar uma sequência didática para o primeiro ano do EM sobre o tema Energia, extrapolando a análise de energia cinética e potencial, além de introduzir questões de FMC[...] Para tal nos utilizamos da História e Filosofia da Ciência" (D6, p. 2).*
>
> *"O módulo apresentado aos alunos constituiu-se de um pequeno conjunto de atividades que vão desde discussões históricas realizadas em sala de aula, demonstrações feitas a partir da câmara escura, de um conjunto de textos que buscavam apresentar um panorama complexo dos estudos sobre ótica" (D7, p.32).*
>
> *"[...] a forma escolhida para auxiliar no processo de inserção de uma abordagem histórica é a elaboração de um roteiro que venha a ajudar o professor na escolha do seu material, o que poderá auxiliá-lo a expor ao seu aluno a Física como resultante de várias influências, com teorias imersas em um contexto maior, que envolve fatores metodológicos, sociais, culturais, etc., de uma determinada época" (D8, p. 10).*
>
> *"O produto principal desse trabalho é o texto que foi elaborado com o objetivo de construir estratégias para trabalhar a Óptica, e mais especificamente, a natureza da luz e as cores sob um enfoque histórico-filosófico" (D9, p. 10).*
>
> *"Nosso objetivo, na presente dissertação, é mostrar que existem formas de se estimular a discussão dos conceitos filosóficos e históricos pertinentes à Física no Ensino Médio, e que [...]a efetiva apresentação dos ingredientes epistemológicos dos conceitos científicos, que se ensina, somente passará a ser uma preocupação real por parte dos professores quando os alunos também mostrarem efetivo interesse em conhecer a origem dos conceitos apresentados" (D10, p. 9).*
>
> *"O texto pretende discutir sobre os princípios de conservação, tendo como pano de fundo as discussões sobre permanência e mudança que vem ocorrendo desde a Antiguidade" [...] (D11, p.42).*

Como é possível notar nos objetivos transcritos na categoria A, as concepções dos autores das dissertações acerca das finalidades da inserção da História da Ciência no ensino parecem apontar na mesma direção relatada na literatura pelos pesquisadores que se dedicam a essa área (HODSON (2009), MARTINS (2006), McCOMAS et al. (1998), MATTHEWS (1995), SOLOMON et al. (1992)). Cabe ainda destacar que todas as dissertações manifestaram explicitamente serem objetivo do enfoque histórico-filosófico as discussões acerca da NdC, e apenas duas (D2 e D5) não ressaltaram que essa abordagem também permitiria melhor compreensão dos conhecimentos científicos.

IV.2 Categoria B: Referencial teórico utilizado na definição dos objetivos

Na categoria B, foram organizados os indicadores relativos à literatura utilizada como referência pelos autores das dissertações. Ao analisarmos as articulações existentes entre as fontes teóricas utilizadas e os objetivos definidos, observamos o esforço dos professores que, como autores do processo de incorporação da História da Ciência ao ensino, buscam apropriar-se das ideias e advertências presentes na bibliografia consultada, no sentido de criar práticas pedagógicas inovadoras que superem as limitações e deficiências do ensino de Física e a superação de visões equivocadas sobre as atividades científicas, tão amplamente relatadas

em diferentes pesquisas.

Assim, na categoria B colocamos em evidência a literatura que referencia a definição dos objetivos propostos para a aplicação dos produtos educacionais elaborados pelos autores das dissertações e, também, a literatura utilizada para produzir o produto/processo educacional vinculado à dissertação. Esta categoria subdivide-se em duas subcategorias: B1: diálogo entre referencial teórico e objetivos propostos; B2: princípios da historiografia adotados pelos autores do material didático produzido.

IV.2.1 Subcategoria B1: Diálogo entre literatura e objetivos propostos.

Os dados sobre os referenciais teóricos, organizados na subcategoria B1, podem ser visualizados na Figura IV.1. Dentre os vários estudos citados, destaca-se o trabalho de MATTHEWS (1995), publicado originalmente em 1992, em inglês, com tradução para o português pelo Caderno Brasileiro de Ensino de Ciências em 1995. Os argumentos que o pesquisador australiano utiliza para recomendar o uso da História da Ciência no ensino foram referenciados em todas as dissertações e determinaram a formulação dos objetivos propostos.

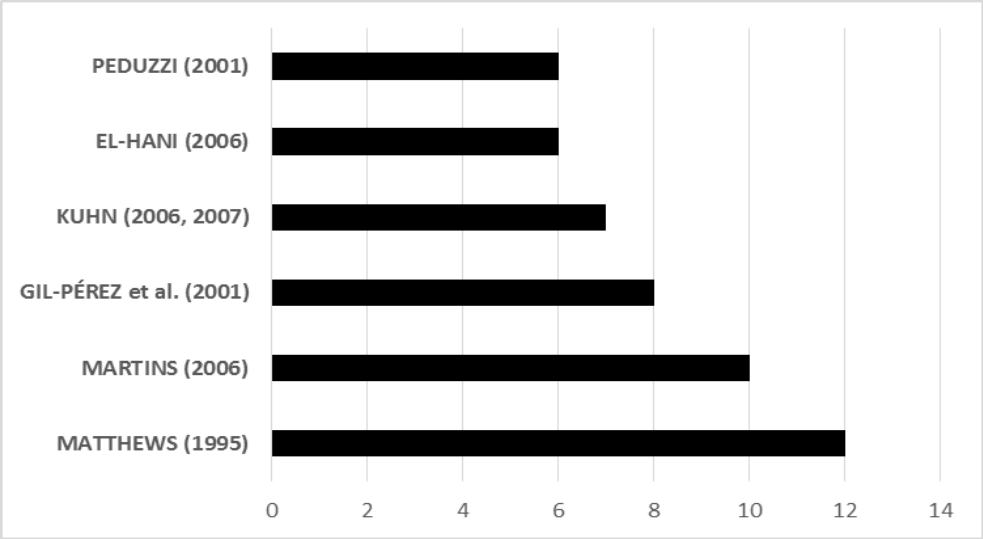


Figura IV.1: Autores referenciados nas dissertações

O tratamento contextual e abrangente proposto por MATTHEWS (1995) para a incorporação dos temas da História da Ciência é explicitado no corpo das dissertações e nos produtos educacionais, como caminho para justificá-los. Dessa forma, todos os autores destacam que a finalidade das propostas desenvolvidas não é a inclusão da História da Ciência como um novo componente curricular, mas promover a discussão e a reflexão sobre os fatos históricos com vistas a produzir discussões sobre a ciência.

> *"Nossa proposta pedagógica de inserção da FMC no EM a partir de uma abordagem histórico-filosófica, não teve como objetivo lançar mão do contexto histórico-filosófico como um enxerto de conteúdo, mas sim como um eixo condutor do trabalho, capaz de contextualizar a construção do conhecimento científico" (D6, p.46).*

> *“Por outro lado, não se pode negar a existência de uma crise contemporânea do Ensino de Ciências, evidenciada pelos altos índices de “analfabetismo cientifico” e evasão de professores e alunos das salas de aulas de ciências, o que também contribuiu para que uma maior atenção recaísse sobre as abordagens contextuais do ensino dessa disciplina” (D3, p.31).*

> *“Matthews considera o professor a chave do sucesso para essa inserção [...]. Essa afirmação pode ser considerada definitiva par os propósitos dessa dissertação que busca examinar uma das possíveis formas – a demanda epistemológica – que possa levar um professor de ciências a passar de um professor apenas observador as potencialidades educacionais que a História da Ciência possui para ser um professor “ativista” dessas potencialidades” (D10, p.16).*

Dez (10) das doze (12) dissertações fazem referência ao trabalho do pesquisador Roberto A. Martins acerca da História e Filosofia da Ciência e Ensino. Em particular, ressalta-se a pertinência do estudo adequado dos episódios históricos (MARTINS, 2006). Esse estudo é utilizado para fundamentar a formulação de objetivos que demonstram a preocupação com a reflexão sobre o contexto de produção do conhecimento científico, sobre o caráter coletivo e a complexidade da construção da ciência, conforme é possível observar em alguns exemplos transcritos a seguir.

> *“Estaremos, também, alerta à advertência de Martins (2006) de que o uso da História da Ciência pode ser um obstáculo ao bom ensino. Como por exemplo, reduzir a História da Ciência a nomes, datas e anedotas, de forma a levar o aluno a considerar que as teorias são obtidas a partir de observações, concepções errôneas sobre o método científico e uso de argumentos de autoridade” (D4, p.9).*

> *“Uma das formas de se compreender a natureza do conhecimento científico é através de episódios históricos. Para tentar avaliar de maneira mais explícita a abordagem histórica e filosófica utilizada no livro, considerando os critérios de classificação dos instrumentos governamentais, este trabalho apresenta uma proposta de roteiro de análise, que permite ao professor fazer sua própria avaliação do livro, em termos de História da Ciência” (D8, p.7).*

Em seis (6) dissertações os autores/professores destacam que os aspectos referentes à NdC propostos tem por objetivo trabalhar com os alunos uma visão não deformada da ciência, tendo por referência o artigo de GIL-PÉREZ et al. (2001), como é possível observar nos destaques a seguir:

> *“[...] é possível observar, pela pesquisa de Gil-Pérez et al, (2001) que existe um consenso nas visões distorcidas sobre ciências dos professores” (D5, p.24).*

> *“[...] mostrar a relação entre a Física e a Filosofia, além de aspectos da Natureza da Ciência, para [...]discutir sobre os princípios de conservação, tendo como pano de fundo as discussões sobe permanência e mudança que vem ocorrendo desde a Antiguidade. [...] queríamos verificar se o aluno enxergaria [...]que antes da elaboração de um princípio físico existem muitas discussões, podendo estas terem se originado em um passado relativamente distante” (D11, p.42).*

> *“Dessa forma, defendemos que a inserção da HFC no ensino contribui para a mudança da concepção simplista que os alunos apresentam acerca da ciência para uma concepção mais contextualizada (GIL-PÉREZ, 2001). A HFC é considerada indispensável para a humanização da ciência, passando a representar o elo capaz de conectar ciência e sociedade” (D9, p. 4).*

As análises da História da Ciência feitas por KUHN (2006, 2007) são citadas em sete (7)

dissertações. Vale destacar que o físico e filósofo estadunidense não defende o uso da História no Ensino, visto que, para ele, ao trabalharmos os conteúdos científicos numa abordagem histórico-filosófica estaríamos colocando dúvidas para os alunos e, portanto, não estaríamos contribuindo para a formação dos mesmos no paradigma vigente. Isso, segundo Kuhn, poderia afastar os alunos da carreira científica.

Observa-se que cinco (5) dissertações destacam a advertência de Kuhn, enquanto duas (2), mesmo sem fazer referência a este posicionamento do filósofo, consideram seus argumentos de que os manuais apresentam a História da Ciência apenas de forma ilustrativa, sem destacar a relação entre observação, experimentação e formulação de teorias, conforme exemplos transcritos a seguir.

> *"Para Kuhn a ciência amadurecida retratada nos livros didáticos, que ele denomina manuais, não contempla a relação com o seu contexto histórico e acaba escondendo o processo que está na raiz dos episódios mais significativos do processo cientifico. [...] Sendo assim, nesse trabalho utilizaremos [...] episódios sobre a descoberta dos raios X e sobre a descoberta da radioatividade, que apresentam uma história repleta de controvérsias, bem como permite uma aproximação maior do aluno com a História da Ciência. A intenção é de problematizar o desenvolvimento histórico da ciência" (D5, p. 16; 30).*

> *"Após revisão feita através dos slides, achamos pertinente falar da Nathurphilosophie quando mencionamos a busca da construção de uma teoria que explicasse a totalidade dos fenômenos da natureza. Em seguida, abordamos as ideias de Mayer e Joule no que tange à construção do Princípio de Conservação de energia, ilustrando o que Kuhn chama de descoberta simultânea" (D6, p. 107).*

O trabalho de EL-HANI (2006), que apresenta uma proposta contextualizada para o ensino de ciências e recomenda a discussão dos aspectos da NdC com vistas à transformação de visões equivocadas, foi referência para a formulação de objetivos em seis (6) dissertações.

> *"Neste roteiro temos como principais pressupostos um guia que auxilie o professor a analisar questões sobe a natureza da ciência presentes na parte histórica, já que tal profissional geralmente não possui uma leitura satisfatória em relação a este tema" (D8, p.67).*

> *"[...] buscar novas possibilidades e dimensões para os alunos a respeito do funcionamento interno e externo da ciência, como o conhecimento cientifico é construído, quais os métodos que a ciência usa para validar esse conhecimento, resumindo, sobre a natureza da ciência" (D11, p. 24).*

Da mesma forma, seis (6) dissertações consideraram os estudos de PEDUZZI (2001) na formulação dos objetivos que dizem respeito à elaboração de material instrucional que não enfatize apenas o produto final da ciência, mas permita a transformação das imagens estereotipadas e estéreis que geralmente são associadas ao conhecimento científico.

> *"Ao trabalhar os textos, pretende-se enfocar obras literárias de épocas históricas distintas, assim como diferentes olhares para a Ciência, especialmente para a Física. Espera-se que esse confronto permita ao aluno perceber que o olhar sobre a Ciência não é estático, sendo afetado pelo contexto sociocultural do autor trabalhado" (D4, p.25).*

IV.2.2 Subcategoria B2: Princípios historiográficos

Na subcategoria B2 foram organizados os princípios da historiografia explicitados pelos autores na elaboração dos textos e sequências didáticas sobre episódios históricos. Serão evidenciados a seguir, os aspectos privilegiados pelos autores das dissertações referentes às fontes de informação, às abordagens dos fatos históricos e dos procedimentos utilizados no desenvolvimento dos materiais produzidos em relação à História da Ciência.

Inicialmente, é possível visualizar na Figura IV.2 a primazia da utilização de fontes primárias por parte dos autores/professores na descrição de seus produtos e processos educcaionais, assim como no próprio corpo produto apresentado no anexo das dissertações. Utilizamos para compor o gráfico uma distinção entre dissertações que usaram apenas fontes secundárias e aquelas que também usaram fontes primárias.. É importante ressaltar que oito (8) das doze (12) dissertações usaram, além de fontes primárias, algumas fontes secundárias para construir o produto educacional5 enquanto os autores das outras quatro (4) dissertações utilizaram apenas fontes secundárias[6]. Vale destacar que o autor/professor da D7 cita, na introdução da dissertação, uma fonte primária[7] como forma de justificar que irá desenvolver um trabalho que considerará o conhecimento científico como uma rede de conhecimentos. Mas como essa fonte não é mais referenciada ao longo da dissertação e do produto não a consideramos aqui.

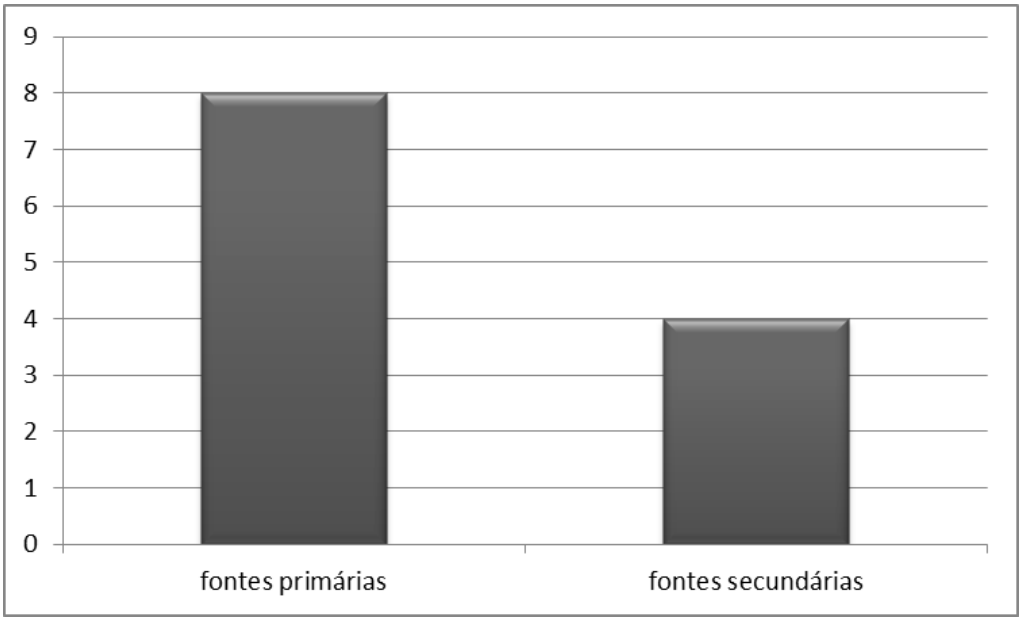


Figura IV.2: Fontes de pesquisa utilizadas pelos autores das dissertações

Apesar das recomendações presentes nas referências utilizadas pelos autores/professores quanto à incompletude das traduções de alguns textos científicos (KUHN, 2006), um dado

[5] Ver Tabela 8.
[6] Ver Tabela 7.
[7] FLECK, 1986

importante é que apenas três fontes primárias não foram consultadas em língua portuguesa, ou seja, as fontes primárias utilizadas, em grande parte, não são originais, mas traduzidas, conforme se pode observar nas referências das dissertações.

A dificuldade e, em alguns casos, até mesmo a impossibilidade de encontrarmos textos científicos que não tenham sofrido mudanças por ocasião do processo de tradução, faz com que os materiais mais acessíveis aos professores sejam caracterizados como aproximações do texto original. As traduções podem conter distorções e omissões que comprometeriam a veracidade dos fatos nelas relatadas (MARTINS (2005), KUHN (2007)). No entanto, nenhum autor/professor destacou dificuldades que poderiam ter advindo da leitura de traduções, nem sempre fiéis. Na tabela abaixo, estão listadas as fontes primárias citadas nas dissertações:

Tabela IV.3: Fontes primárias utilizadas na elaboração dos produtos educacionais

	FONTES PRIMÁRIAS
D1	BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. Estela S. Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. HUYGENS, C. Tratado sobre a Luz. Trad. Martins, R. A. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, suplemento 4, 1986. NEXTON, I. Óptica. Tradução: Assis, André Koch Torres. São Paulo: EDUSP, 2002. YOUNG, T. A syllabus of a course of lectures on natural and experiments philosophy. Press of the Royal Institution, London 1802.
D2	ARISTÓTELES. Analíticos Posteriores. In: Órganon (trad. E. Bini). São Paulo: Edipro, 2005ª. _____. Retórica. Trad. Manuel Alexandre Júnior, Paulo Farmhouse Alberto e Abel do Nascimento Pena. Lisboa: Imprensa Nacional, Casa da Moeda, 2005. _____. Tópicos. Trad. Leonel Vallandro e Gerd Bornheim. São Paulo: Nova Cultura, 1991. DESCARTES, R. Discurso do Método. Trad. Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2001. GALILEI, G. Ciência e Fé. Cartas de Galileu sobre ao acordo do sistema copernicano com a Bíblia. Trad. Carlos Arthur R. do Nascimento. São Paulo: Editora UNESP, 2009. _____. Duas novas ciências. Trad. P. R. Mariconda. São Paulo: Nova Stella, 1985. _____. Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale sotto gli auspicii di sua maesa il red'Italia. Org. Antonio Favaro. Firenze: Tipografia di G. Barbera, 1895. _____. O mensageiro das estrelas. Trad. C. Z. Camenietzki. São Paulo: Duetto Editorial, 2009. PLATÃO. Teeteto. Coleção Diálogos. Trad. Carlos A. Nunes. 3ª. ed. Belém: Editora Universitária, 2001. TOULMIN, S. Os usos do argumento. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2006. (Aristóteles, Galilei, Favaro 1895)
D3	ARISTÓTELES. Metafísica. Trad. Cocco, V. São Paulo: Abril Cultural, 1973. EINSTEIN, A.; INFELD, L. A evolução da Física. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
D4	EINSTEIN, A. Notas Autobiográficas. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982. EINSTEIN, A. A Teoria da Relatividade Especial e Geral. Rio de Janeiro: Contraponto, 1999. EINSTEIN, A.; INFELD, L. A Evolução da Física. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2008. FEYERABEND, P. Contra o Método. São Paulo, Editora Unesp, 2007.
D9	NEXTON, I. Óptica. Tradução: Assis, André Koch Torres. São Paulo: EDUSP, 2002
D10	EINSTEIN, A.; INFELD, L. A evolução da Física. Rio de Janeiro: Zahar, 1980. GALILEI, G. Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. São Paulo: Discurso Editorial, 2004.
D11	DESCARTES, R. Discurso do Método. Trad. Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
D12	TOULMIN, S. The philosophy of science: an introduction. Londres. Ed. William Brendon and son, 1953.

Na tabela IV.4, apresentamos algumas fontes secundárias referenciadas pelos autores

na descrição dos produtos/processos educacionais descritos nas quatro (4) dissertações que utilizaram, exclusivamente, fontes secundárias. Observa-se nos trechos selecionados nas dissertações D5, D6 e D7 que as fontes secundárias foram utilizadas não apenas para investigar fatores contextuais e extracientíficos, mas também fundamentaram a abordagem de questões conceituais. MARTINS (1989, 2002, 2007) é um autor marcadamente citado na elaboração do texto-produto das dissertações, tanto como fundamento da historiografia conceitual, quanto de aspectos extracientíficos. Excepcionalmente, observamos que na D8, apesar de fazer citações referentes à utilização da História da Ciência no ensino fundamentadas nas ideias de Martins, o autor-professor não indicou, no texto elaborado para ser utilizado com os alunos, as informações conceituais e extracientíficas retiradas da obra do pesquisador.

Tabela IV.4: Dissertações em que foram utilizadas exclusivamente fontes secundárias

D	REFERÊNCIAS	QUESTÕES CONCEITUAIS	FATORES EXTRACIENTÍFICOS
D5	MARTINS (2002)	*"Martins (2002) alega que havia muitas dificuldades na época em se conceber os raios catódicos como um fluxo de partículas eletrizadas, pois embora fossem desviadas por imãs, não se observava seu desvio em campos eletrostáticos; não pareciam produzir efeitos elétricos" (D5, p. 33)*	*"No primeiro dia de janeiro Rontgen já estava enviando as separatas, acompanhadas por radiografias de diversos [...]. Não se sabe quantas pessoas receberam a separata, mas percebe-se que essa tática de divulgação teve extremo sucesso (MARTINS, 2002)" (D5, p. 36).*
D6	GUERRA et al. (2005)	*"Você já ouviu falar de corpo negro? "É um corpo que absorve toda a radiação (energia emitida pelos corpos devido a sua temperatura) que incide em sua superfície e emite um espectro continuo de radiação cuja intensidade só depende da temperatura" (GUERRA, BRAGA, REIS, 2005). Um cara chamado Kirchhoff apresentou, em 1859-1860, um teorema que mostrava que a radiação emitida e absorvida por um corpo negro dependia apenas do comprimento de onda e da temperatura" (D6, p. 149).*	*"Assim, para apresentarmos Lavoisier, mencionamos primeiro o cenário no qual ele estava inserido, enfatizando a Revolução Francesa. Em seguida, retomamos a discussão em torno o contexto social da Inglaterra na segunda metade do século XVIII, enfatizando o aumento populacional na cidade de Londres, o aumento de mão de obra barata, a mecanização e a escassez de matéria prima. A partir daí, introduzimos as máquinas de Newcomen, Savery e Watt na sequência de conteúdo (GUERRA, BRAGA, REIS, 2005) [...] "(D6, p. 103).*
D7	ELLIOT (2000) HOCKNEY (2001)	*"Após visitar a Inglaterra diversas vezes, Constantijn levou para a Holanda importantes informações sobre a prática observacional e experimental dos ingleses, entre as quais se destaca a câmara escura [...] que sem dúvida produz diante reflexões, num quarto escuro, admiráveis efeitos de pintura [...] porque as figuras e os contornos e os movimentos harmonizam-se com toda naturalidade [...]" (HOCKNEY, 2001) (D7, p. 21).*	*"Contudo esse episódio refletiu nos reinados e condados, visto que, para garantir exércitos cada vez numerosos, os governantes tiveram de aumentar os impostos, levando a uma insatisfação geral do povo. Mas uma nova fase econômica pode ter começado com o final do conflito Habsburgo-Valois, um desenvolvimento também estimulado pelo crescimento total da Europa ocidental e oriental e as terras do Novo Mundo através do oceano (ELLIOT, 2000)" (D7, p. 14).*

Na tabela IV.5, demonstramos que quatro (4) professores que se valeram de fontes primárias, utilizaram também informações retiradas de fontes secundárias para compor o texto-produto e, de maneira semelhante aos demais, retiraram dessas fontes tanto questões conceituais quanto aspectos contextuais.

Tabela IV.5: Dissertações em que foram utilizadas fontes primárias e secundárias

D	REFERÊNCIAS	QUESTÕES CONCEITUAIS	FATORES EXTRACIENTÍFICOS
D1	BASSALO (1986) CROMBIE (1980) MARTINS (1995)	*"De acordo com Bassalo (1986), um feixe de raios luminosos sairia dos olhos até o objeto a ser visto, combinando-se com raios emitidos pela fonte e, por fim, retornando aos olhos" (D1, p. 47).* *"Para falar sobre sua imaterialidade, ele se vale de um bom argumento: dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar ao mesmo tempo, porém a luz ou qualquer objeto transparente pode. Portanto a luz não seria algo material (MARTINS, 1995)" (D1, p. 49).*	*" As contribuições dos gregos aos estudos sobre a natureza da luz se mostraram de cunho metafisico. [...]Essa ideia foi adotada por geômetras gregos como Euclides e Ptolomeu e foi a partir desses estudos que a Óptica progrediu a uma posição igual à da Astronomia e da Mecânica, consideradas as ciências físicas mais avançadas da Antiguidade (CROMBIE, 1980)" (D1, p. 48).*
D3	CRUZ (1985) VIEIRA (2005)	*"Como podemos notar, Aristóteles parece sugerir um limiar para a força. É importante observar, que ele não define claramente um padrão de medida para sua força. [...] Porém, peso é physis (força natural), o que, em sua teoria, é completamente diferente da força compulsória (CRUZ, 1985)" (D3, p. 117).*	*"Galileu Galilei teve sua vida marcada pela perseguição política e religiosa, principalmente por defender a substituição do modelo ptolomaico (geostático) pelo modelo copernicano (heliostático) (VIEIRA; BATISTA, 2005)" (D3, p.118).*
D9	GUERRA et al. (2005) BARTHEM (2005)	*"[...] o fenômeno conhecido como efeito fotoelétrico, elétrons "arrancados" de uma superfície metálica devido à ação da luz, foi observado pela primeira vez por acaso. [...] Percebe-se que quando a luz incide na placa, surge uma corrente elétrica dentro desse tubo. Como a corrente elétrica é caracterizada por um fluxo de elétrons, podemos dizer que os elétrons foram retirados da placa (GUERRA; BRAGA; REIS, 2005)" (D9, p. 71).*	*"[...]em 1818, a Academia de Paris organizou uma competição valendo um prêmio. A proposta surgiu de Pierre Simon de Laplace, Jean-Baptiste Biot e Siméon Denis Poisson, que [...] defendiam a teoria corpuscular de Newton e enfrentavam o problema da difração [...] Assim propuseram o tema para competição, na esperança de que outros cientistas conseguissem resolver esse dilema (BARTHEM, 2005)" (D9, p. 29)*
D12	NOVELLO (2006) SINGH (2004)	*"O princípio Temporal é apresentado da seguinte forma por Novello (2006): "Einstein [...] está convencido de que a única possibilidade de produzir um modelo de Universo que não se envolvesse dificuldades insuperáveis com questões conceituais do tempo – e, mais que isso, exige – a eliminação do tempo" (D12, p. 18).*	*"A ideia de começo se torna bem aceita quando se coloca junto da ciência uma visão religiosa. O papa Pio XII expressou o apoio da Igreja ao modelo do Big Bang. Porém foi posteriormente aconselhado por Lemaitre a voltar atrás e assim o papa o fez (SINGH, 2004)" (D12, p.20).*

As análises das tabelas IV.4 e IV.5 permitem-nos destacar que os autores/professores seguiram os preceitos da literatura referente à historiografia, no que se refere a trabalhar as abordagens internalistas e externalistas, de forma a contemplar os aspectos internos e

externos à ciência. Mas, contrariamente à literatura, a análise de fatores científicos conceituais não foi, em todos os casos, baseada em fontes primárias (MARTINS, 2005). Mesmo aqueles que usaram fontes primárias, restringiram a análise de alguns fatores científicos de natureza conceitual à pesquisa de fontes secundárias, como aponta o confronto entre os temas tratados e a bibliografia relacionada pelos autores/professores em suas dissertações.

Importante destacar que a preocupação com as visões distorcidas e parciais da ciência, manifestada nos objetivos e ricamente discutida nas seções que apresentavam o quadro teórico das dissertações, não garantiu a adequação de todos os materiais didáticos elaborados. Em alguns casos, aspectos importantes recomendados pela historiografia atual foram negligenciados. Em cinco (5) dissertações que, na fundamentação teórica, utilizaram referências como GIL-PÉREZ (2001), EL-HANI (2006) e PEDUZZI (2001) para discutir visões equivocadas da ciência, verifica-se a utilização de textos, oferecidos como material de leitura aos alunos, contendo alusões ao trabalho isolado de filósofos naturais e à genialidade de cientistas:

> *"Pela primeira vez se dispunha de uma teoria que possibilitava a compreensão do sistema solar e de todo o universo. Essa teoria foi publicada por Newton nos "Princípios Matemáticos da Filosofia Natural", em 1687" (D3, p. 120).*
>
> *"Contudo, na busca da verdade, para Newton, a Matemática e a Física se apresentavam junto à Alquimia, formando os mecanismos para se conhecer o mundo perfeito. "Ele, porém, como um gênio de soberba inteligência se visse dos nossos dias os avanços da ciência nos mostraria os mistérios que envolvem a quintessência (Gonçalo Ferreira da Silva, Sir Isaac Newton (2007)" (D4, p. A3-1-A3-2).*
>
> *"Por que as estrelas, a Lua e o Sol caminham no espaço? A solução para este problema foi dada, pela primeira vez, por outro pensador grego chamado Heráclides do Ponto (que viveu entre 388 aC e 325 aC)" (D10, p. 92).*
>
> *"Hesíodo foi considerado o pai da poesia didática e um inspirador de gerações porque suas obras mantiveram-se por tradição oral, já que na sua época não se conhecia a escrita" (D11, p.61).*

Contraditoriamente, os mesmos textos apresentam evidências do caráter coletivo e humano da ciência, ressaltando as controvérsias e as contribuições dos cientistas que, normalmente, não são sequer citados em materiais didáticos disponibilizados aos alunos. Essa aparente incoerência demonstra a dificuldade inerente à elaboração de textos dessa natureza e à complexidade do processo de transposição didática vivido pelos autores/professores.

> *"Com esse simples texto percebemos que as interpretações foram adquiridas, enriquecidas e repassadas de geração a geração, ocorreram inicialmente através da observação dos fenômenos naturais e sofreram influência das relações humanas estabelecidas até a formação da sociedade, isso em conformidade com os padrões de comportamentos éticos ou morais tidos como aceitáveis em determinada época por um determinado grupo ou determinada relação humana" (D3, p. 121).*
>
> *"Newton respondeu a esta questão, como será visto mais tarde. No entanto, os trabalhos de outros pesquisadores contribuíram para formular a resposta. Copérnico (1493 – 1543), Tycho Brahe (1546 – 1601), Kepler (1571 – 1630) e Galileu (1564 – 1642) foram alguns que influenciaram os estudos de Newton. A*

> *grande preocupação dos filósofos naturais era explicar os movimentos no céu e na Terra, de modo semelhante" (D4, p. A2-4).*
>
> *"[...] muitos historiadores defendem a ideia que a ciência, como a entendemos atualmente, começou com os gregos na antiga Jônia. É claro que antes dos gregos, como já dissemos, outras pessoas já pensavam sobre as coisas do universo e do mundo" (D10, p.80).*
>
> *"Não muito satisfeitos com as explicações de Empédocles levantam-se os atomistas, inicialmente na figura de Leucipo, e, posteriormente, na figura de maior relevância, de Demócrito. É interessante notar que a ideia atomista aprece entre meados e o final do século V a.C., mas o que conhecemos atualmente como teoria atômica remonta ao século XIX. É bem verdade que o átomo do século V a.C. é diferente daquele que temos hoje, mas é importante entender que essa ideia fora levantada há muito tempo" (D11, p. 74).*

Com exceção dos textos apresentados nas dissertações D2, D5 e D8, os demais apresentaram os temas sem fazer um recorte histórico de uma época. Essa opção dos autores faz com que, na opinião de MARTINS (2005) e MARTINS (2001), os riscos provocados pelas simplificações sejam maiores e ocorram em maior escala do que quando a opção é feita por recortes temporais da história. Além disso, a constatação de que História da Ciência é permeada por rupturas e descontinuidades não foi observada em alguns casos. A ideia de continuidade e linearidade do desenvolvimento do conhecimento científico, observada nos dois excertos transcrito abaixo, se contrapõe a rupturas amplamente relatadas na História da Ciência e contraria os preceitos da historiografia atual:

> *"Os dois princípios de conservação citados nesse texto [...] constituem os pilares da física, e a quantidade de problemas que eles resolvem é enorme. Suas formulações, que são bastante atuais, vieram de discussões feitas lá atrás pelos filósofos pré-socráticos" (D11, p. 78).*

Embora a apresentação exclusiva de correntes vitoriosas da ciência tenha dado lugar a abordagens que relacionaram a contribuição dos cientistas aos contextos em que se situavam, ainda ocorreram algumas distorções cujos prejuízos foram reconhecidos pelos autores das dissertações.

> *"Na preocupação em elaborar um texto curto, em linguagem acessível e prazerosa para os alunos, acabamos por incorrer em erros consideráveis. [...] uma excessiva simplificação pode acarretar um grande risco em termos de distorção histórica, podendo gerar narrativas históricas muito superficiais, destacando ainda, que simplificação e omissão é um grande desafio a enfrentar" (D5, p.70).*

Observa-se que as contradições exemplificadas acima representam as tentativas feitas pelos autores/professores para transformar os fatos e fenômenos históricos em objetos ensináveis. Para que esses objetivos fossem alcançados, o conhecimento histórico-científico veiculado através dos textos sofreu transformações transpositivas (CHEVALLARD, 1991). A análise cuidadosa desse processo de didatização dos extratos históricos possibilita a identificação de alguns indícios da transposição didática e dos cuidados observados pelos autores das dissertações para evitar a perpetuação das distorções da ciência. No trecho a

seguir, verifica-se que a descontextualização histórica fica evidente quando os fatores que motivaram e deram sentido aos estudos sobre Óptica foram omitidos:

> *"Depois da queda do Império Romano, os estudiosos árabes aperfeiçoaram os seus estudos sobre Óptica, exercendo influência significativa sobre os estudiosos de óptica da Idade Média" (D1, p. 100).*

Em outro exemplo, observa-se a inexistência de referências às ideias de William de Sitter sobre a cosmologia (ASSIS et al., 2008). A omissão a respeito de debates, controvérsias e desacordos retira do empreendimento científico o seu caráter social e ressalta a genialidade, caracterizando a ciência unicamente como resultado de esforços e dons pessoais.

> *"Mas como surgiu essa ideia de que o Universo teve um começo? Essa cosmologia surgiu através dos resultados das equações da relatividade apresentadas por Albert Einstein no início do século XX. Einstein provocou uma revolução na forma de se ver o cosmo quando desenvolveu sua relatividade restrita para a geral" (D12. p. 23).*

Outro processo observado foi a despersonalização, que omite informações ligadas aos produtores dos saberes. No excerto transcrito a seguir, observa-se que não há menção sobre personalidades do século XVII que contribuíram para a construção do conhecimento sobre a natureza da luz:

> *"Por volta do século XVII, dois modelos viriam a surgir, um favorecendo as partículas e outro bem próximo das ideias abordadas por Aristóteles. O primeiro desses modelos é associado ao nome de Isaac Newton (vale lembrar que ele não foi o idealizador da ideia), que sustentava que a luz era composta por minúsculas partículas (corpúsculos)" (D1, p. 102).*

Por outro lado, no trecho transcrito a seguir, observa-se o cuidado do autor ao narrar os fatos históricos evitando o empobrecimento da informação, muito comum na maioria dos livros didáticos, nos quais, em geral, a "descoberta" da força da gravidade é exclusivamente atribuída a Newton:

> *"E na Terra, é verdade que as pedras caem por causa da força da gravidade? A mesma causa (força da gravidade) tem efeitos diferentes? Newton respondeu a esta questão, como será visto mais tarde. No entanto, os trabalhos de outros pesquisadores contribuíram para formular a resposta. Copérnico (1493 – 1543), Tycho Brahe (1546 – 1601), Kepler (1571 – 1630) e Galileu (1564 – 1642) foram alguns que influenciaram os estudos de Newton" (D4, p. A2-4).*

De maneira geral, constata-se na análise dos dados agrupados nessa categoria, o exercício da vigilância epistemológica feito pelos autores das dissertações ao tentarem preservar a veracidade dos fatos e experimentos históricos, a identificação dos cientistas envolvidos, os aparatos utilizados e as conclusões obtidas. As simplificações e os constrangimentos provocados pela transposição didática dessas informações, que se materializam de alguma forma nos produtos finais, expressam, na verdade, a complexidade que permeia a inserção da História da Ciência no ensino e não devem desmerecer a

importância conferida pelos professores à elaboração e à aplicação de materiais instrucionais adequados ao ensino do conhecimento científico.

IV.3 Categoria C: Estratégias didáticas utilizadas

Para atingir os objetivos propostos, várias estratégias didáticas foram utilizadas na elaboração de cada um dos produtos educacionais. As estratégias organizadas na categoria C revelam uma tomada de decisão dos seus autores em relação à mudança da prática, considerada por eles como já consolidada no ensino de Física, em que prevalece o formalismo geométrico, a matematização, a ausência de significado e, consequentemente, os índices de baixo desempenho. Num evidente esforço, segundo os autores/professores, para evitar práticas que se caracterizassem pela mera transmissão oral dos conteúdos, foram elaboradas sequências didáticas contendo: experimentos, leitura e discussão de textos, júris simulados, aulas expositivas com apoio de slides, vídeos, debates, questionários, mapas conceituais, pesquisa, dinâmicas e jogos.

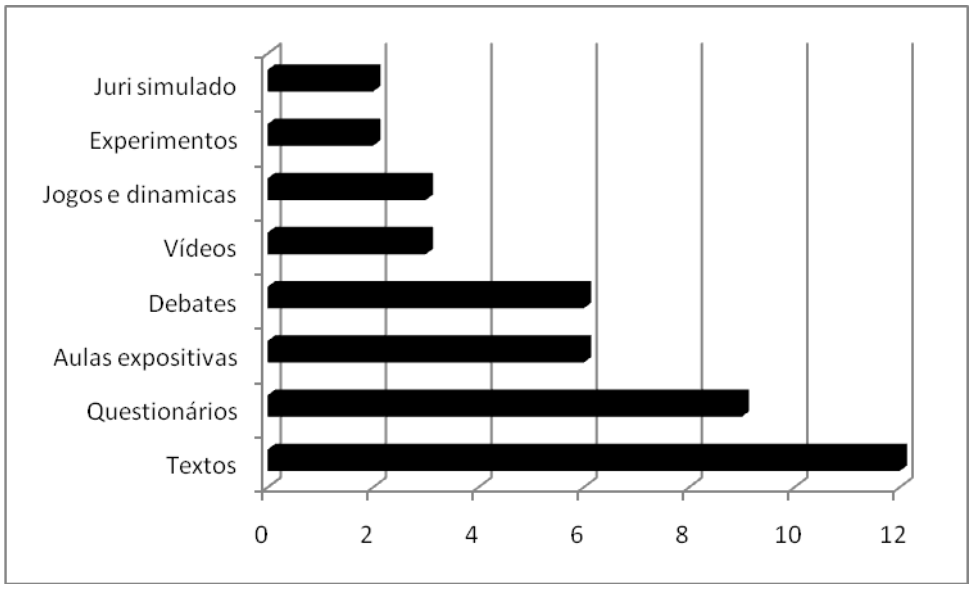


Figura IV.3: Estratégias didáticas utilizadas para alcançar os objetivos propostos

IV.3.1 Subcategoria C1: Textos históricos

Presentes em todos os produtos educacionais, os textos, reunidos na subcategoria C1, apresentam fragmentos da História da Ciência relacionados ao conteúdo de Física abordado. A predominância dos textos demonstra a importância que os professores atribuíram à leitura como instrumento para a aquisição do saber científico.

Tabela IV.6: Textos utilizados nas propostas didáticas

TEXTOS ARGUMENTATIVOS			
	TÍTULO	**RECURSOS ILUSTRATIVOS**	**PROBLEMA**
D1	Texto 1 – Antecedentes: a natureza da luz antes do século XVII (4p.) Texto 2 - Mudanças de cenário: revoluções e mais controvérsias (5p.) Texto 3 – Difração e interferência: o ressurgimento da teoria ondulatória (7p.)	Imagens, esquemas, desenhos, boxes explicativos.	O que é a luz?
D2	Argumentação e retórica na ciência: Galileu e a defesa do copernicanismo na carta à grã-duquesa Cristina de Lorena (123p.)	Imagens, carta de Galileu à grã-duquesa Cristina de Lorena	Que meios e motivação conduziram Galileu a escrever a carta?
D4	Texto 1 - O Nascimento do Princípio da Relatividade: Galileu Galilei (6p.) Texto 2 - Sir Isaac Newton (7p.) Texto 3 - Os trabalhos científicos de Newton (12p.) Texto 4 – O talento (14p.)	Contos, literatura de cordel, pinturas, imagens, esquemas explicativos	A Física é uma Ciência neutra produzida por gênios, desvinculada do contexto cultural?
D6	Revivendo a infância com muita energia (24p.)	História em quadrinhos, propagandas, notícias, música, boxes explicativos e imagens.	O que é energia e como ela pode ser obtida?
D7	Texto 1 – La Fontaine, Salvador Dali e Sigmund Freud: complementaridade ou universidade? (1p.) Texto 2 – Os holandeses e seu estudo da luz (1p.)	Fábulas, pinturas, filme.	Qual é a natureza da luz?
D11	Os princípios de conservação (21p.)	Imagens, mapas históricos e boxes explicativos.	Qual a relação entre os princípios de conservação, permanência e mudança?
D12	Big Bang x Universo Eterno (17p.)	Imagens e boxes explicativos.	De onde viemos?
TEXTOS INFORMATIVOS			
D5	Texto 1 – A descoberta dos raios X (2p.) Texto 2 – A descoberta da radioatividade (3p.)	Imagens	O que leva duas pessoas, observando o mesmo fenômeno, a chegarem a conclusões diferentes?
D9	Implicações causadas pelo efeito fotoelétrico na controvérsia entre as teorias corpuscular e ondulatória da luz (28p.)	Imagens, reprodução de obra de arte, esquemas e boxes explicativos.	Qual é a natureza da luz?
D10	Texto 1 - A ciência nasceu em algum lugar? (3p.) Texto 2 – Os pré-socráticos (3p.) Texto 3 – Heráclito e Parmênides (3p.) Texto 4 – A escola atomista (2p.) Texto 5 – Aristóteles (2p.) Texto 6 – Qual a forma do planeta terra? (2p.) Texto 7 – O movimento dos astros no céu (2p.)	Imagens e mapas históricos.	A ciência nasceu em algum lugar? Como os gregos descreveram a natureza? Qual a forma do planeta terra? Por que as estrelas, a lua e o sol caminham no espaço?
D3	Filosofia e Física (10p.)	-	O que provoca o movimento?

Ao priorizarem esse recurso didático como instrumento de onde se originam as demais atividades, os professores colocam os alunos em contato com um discurso sobre a ciência especificamente produzido com a finalidade de relatar episódios históricos. Considerados como material didático e, em alguns casos, como paradidáticos, os textos de caráter argumentativo, que apresentam um posicionamento do autor sobre o tema, e informativo, que apresentam apenas informações sobre o tema, foram elaborados com intenções claramente explicitadas pelos seus autores nos produtos educacionais analisados:

> *"[...] buscamos redigir um texto com o objetivo de apresentar um episódio histórico relevante por sua importância não só para a história da física mas de todo o pensamento humano, imbuímos nessa apresentação a discussão de algumas das questões que crescentemente se tem somado ao entendimento da ciência, isto é, da atividade científica e do conhecimento científico" (D2, p. 71).*
>
> *"Quando o texto foi escrito, tínhamos o objetivo de despertar a curiosidade do aluno pelo conteúdo estudado, além de complementar o conteúdo ministrado na sala de aula" (D6, p. 92).*
>
> *"Na busca de como estimular os aprendizes a formularem questões que vão ao encontro de uma interseção entre seus questionamentos genuinamente humanos com os conteúdos que são apresentados pelas chamadas disciplinas cientificas, foram elaborados sete textos que foram apresentados e discutidos com os alunos" (D10, p. 56).*
>
> *"Esse texto apresenta a evolução das ideias sobre a cosmologia sob duas possibilidades diferentes um Universo com início, o Big Bang, e um Universo eterno, o Universo Dinâmico. Ao final da leitura se esperava que os alunos percebessem que as evidências não apontavam para uma teoria vencedora" (D12, p. 2).*

Observamos, em alguns casos, que os textos foram elaborados para suprir lacunas existentes quanto à dimensão histórico-filosófica dos temas nos livros didáticos disponíveis.

> *"Já no que diz respeito aos livros didáticos, a falta de uma melhor discussão sobre as concepções alternativas relacionadas à visão [...] só fazem agravar a situação. [...] Dessa forma, privilegia-se a seleção de episódios históricos que visem à elaboração de textos históricos, pois estes podem favorecer o diálogo e a argumentação em sala de aula, aproximando os alunos de uma linguagem mais cientificista, contribuindo com o entendimento de como a ciência evolui com o passar do tempo" (D1, p. 14; 33).*
>
> *"Os conteúdos de Física são apresentados nos livros didáticos de forma bastante linear. Existe uma ênfase nos produtos dos conhecimentos, mas não nos processos de construção dos mesmos [...] Para fins desse estudo, a produção do texto paradidático se mostrou necessária, já que não encontramos na literatura vigente algo que tratasse o assunto que intentamos trabalhar de forma mais profunda" (D11, p. 38; 39).*

IV.3.2 Subcategoria C2: Questionários

Os questionários, incluídos na subcategoria C2, adotados por nove (9) dissertações, foram utilizados como instrumento para o levantamento do conhecimento prévio dos alunos e/ou na avaliação da aprendizagem. As questões formuladas ao final dos textos confirmam a opção por uma leitura parafrástica, na qual cabe ao aluno descobrir no texto um único sentido,

já dado pelo autor, que lhe permita responder a questões propostas ao final da leitura. Constata-se que, na visão dos autores das dissertações, há um vínculo estreito entre a aprendizagem dos conceitos da Física e a leitura e compreensão dos textos, que é avaliada através dos questionários aplicados.

> *"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 todas 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 enfocado, 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).*
>
> *"Após a apresentação dos textos referentes aos episódios foram sugeridas três questões para cada um, com o objetivo de avaliar se e como estes contribuíram na visão de ciência dos alunos em questão" (D5, p. 12).*
>
> *"Com o objetivo de conhecer melhor os alunos no que tange à compreensão deles sobre o tema energia, bem como para delinear algumas de suas dificuldades, decidimos coletar dados através de questionários [...] Após a última aula da curso, os alunos foram convidados a responder três perguntas" (D6, p. 22; 93).*
>
> *"Primeiramente os alunos responderam individualmente a um pequeno questionário de três perguntas sobre o tema abordado [...] Na aula após a leitura, os alunos foram convidados a responder brevemente sobre a sua impressão do texto [...] Nessa primeira experiência, por exemplo, foi detectado que a maioria dos alunos, em ambas escolas, sentiu dificuldade em entender o que seria um corpo negro e o efeito fotoelétrico" (D9, p. 13).*
>
> *"As questões que foram propostas nessa primeira investigação tentam identificar como os alunos percebem o papel da experimentação na construção do conhecimento científico e como concebem a relação entre ciência e natureza" (D10, p. 29).*
>
> *"Os estudantes, então, deveriam ler o texto no prazo máximo de um mês, e, ao final da leitura, responder às questões que compunham o encarte do mesmo" (D11, p. 42).*
>
> *"Inicialmente os alunos foram submetidos ao primeiro questionário sem qualquer discussão prévia para se levantar as suas concepções. [...] Então foi preparado um novo questionário. A intenção é poder avaliar em cima das ideias que persistiram nos alunos com perguntas relacionadas ao tema" (D12, p. 2; 31).*

IV.3.3 Subcategoria C3: Aulas expositivas

As aulas expositivas organizadas na subcategoria C3, adotadas por seis (6) autres/professores, atendendo às recomendações contidas na literatura consultada pelos autores-professores, foram preparadas com o objetivo de promover reflexões sobre as visões de ciência que os alunos possuíam, transformando a sala de aula em um espaço onde os

questionamentos tomaram o lugar da transmissão de informações (FORATO (2009), HOTTECKE, SILVA (2010)):

> *"[...] foi feita uma intervenção pela professora de Filosofia a qual delineou uma abordagem de cada tópico propostos no texto didático com a finalidade de resgatar pontos referentes aos conhecimentos prévios dos alunos" (D3, p. 64).*
>
> *"[...] fomos pouco a pouco introduzindo, de forma incialmente assistemática, mas nem por isso desorganizada, ideias filosóficas acerca dos conceitos físicos tradicionalmente estudados e suas relações com as concepções de ciência que os alunos naquele momento apresentavam, questionando valores, como, por exemplo, o entendimento de que somente a ciência pode ter status de repositório exclusivos de "verdades" descobertas pelos cientistas [...]" (D10, p. 59-60).*

A discussão de episódios recentes e antigos com a finalidade de abordar aspectos como credibilidade, falibilidade e autoridade dos cientistas, recomendada por ALLCHIN (2011), foi contemplada, segundo dois autores, em aulas expositivas que abordavam o processo de construção da ciência e os conteúdos científicos.

> *"As primeiras aulas transcorreram da seguinte forma: inicialmente os alunos eram levados a uma discussão inicial de um assunto ou acontecimento importante ocorrido recentemente ou de forte impacto no imaginário das pessoas" (D10, p. 59-60).*
>
> *"Assim, os objetos didáticos utilizados na sequência se constituíram de duas sequências de slides sobre o desenvolvimento do conceito de energia [...] A sequência de slides, constituída de imagens, animações e vídeos, compôs a estrutura das aulas. Além de orientar o professor, serviram como fonte de informação visual para os alunos" (D6, p. 48).*

Os argumentos utilizados por MCCOMAS (1998) e ABD-EL-KHALICK, LEDERMAN (2000) ao defenderem a reflexão explícita de aspectos da NdC, foram destacados por quatro (4) autores/professores, ao relatarem as aulas expositivas, demonstrando o cuidado em abordar fatos que revelassem o contexto social, cultural, econômico e político em que foram produzidos os conhecimentos científicos:

> *"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. [...] Na primeira turma em que os textos foram apresentados, os alunos queriam saber da vida pessoal dos cientistas (como eles se sustentavam, como viviam, casamento), como era a vida das pessoas da época, o que precisa ser feito para se tornar cientista, entre outros" (D4, p. 9; 29).*
>
> *"Para que a dinâmica da aula pudesse ocorrer de maneira mais agradável, foi montada uma apresentação em power point bastante ilustrada. [...] expomos para os alunos que, para explicar a natureza da luz, dois modelos distintos foram considerados desde a Grécia até o século XIX [...] Destacamos para os alunos que estávamos nos referindo a uma época anterior ao século XIX e início do século XX, período no qual o estudo sobre ondas eletromagnéticas se desenvolvia [...] Esse comentário logo no início foi usado para servir de alerta para os alunos, pois ao estudar História da Ciência, um erro muito comum e perigoso é utilizar o conhecimento moderno para avaliar as descobertas e teorias do passado" (D9, p.14-15).*
>
> *"A sequência didática aqui descrita foi iniciada com uma discussão do panorama sociocultural do século XVIII. A utilização da imagem histórica*

> *possibilitou situar os alunos quanto à época e ao cenário dos acontecimentos que seriam apresentados posteriormente" (D6, p. 49).*
>
> *"A aplicação do Módulo passou por duas aulas expositivas de 50 minutos de duração [...] Para esta primeira aula, o tema colocado em discussão foi o posicionamento estratégico da Holanda no final do século XVI e o início do século XVII. [...] a abordagem do tema foi de capital importância para mostrar aos alunos porque a região de Haia se tornou uma região de livre pensamento, já que os interesses calvinistas estavam em pleno acordo com os objetivos holandeses de prosperidade e tolerância religiosa" (D7, p. 37).*

IV.3.4 Subcategoria C4: Discussões e debates

Na subcategoria C4 foram agrupadas as discussões e debates desenvolvidos no decorrer das sequências didáticas previstas nos produtos educacionais descritos em seis (6) dissertações. Com o objetivo de identificar a visão dos alunos e promover discussões explícitas sobre aspectos da NdC, as discussões abordavam fatos sobre a história da Física descritos nos textos disponibilizados aos alunos.

Os debates conduzidos pelos professores, a partir de questões orais e escritas entregues aos alunos após leitura dos textos, não eram totalmente abertos às opiniões e concepções dos alunos. Na verdade, caracterizavam-se pela predominância da visão do professor sobre os pontos de vista dos alunos, evidenciando, em alguns casos, a imposição de uma visão mais crítica 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).*
>
> *"Dessa forma, não se pretendia, em nenhum caso, que os alunos simplesmente aceitassem a resposta do professor, pois ela seria a correta, senão que o discente enxergasse que existem opiniões divergentes à dele e que raciocinando sobre elas, pudessem ser capazes de reelaborar suas próprias ideias e teorias quando necessário ou quando elas não explicam os fenômenos para os quais são exigidas. Contudo, em alguns casos, ocorre o regresso dos alunos às concepções alternativas. Mesmo que o aluno mostrasse ter aprendido, suas falas mostravam que eles retomavam as ideias mostradas no teste inicial, o teste diagnóstico. É justamente nesses momentos que a intervenção do professor-pesquisador, às vezes, se tornou necessária para (re)formalizar as explicações em sala de aula, objetivando sanar as incompreensões dos alunos" (D1, p.119).*
>
> *"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).*

IV.3.5 Subcategoria C5: vídeos

Os vídeos, organizados na subcategoria C5, foram propostos por três autores/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. Mostrando fragmentos de passagens e experimentos

históricos, os vídeos de curta duração estimularam questionamentos por parte dos alunos e oportunizaram momentos de discussão sobre a natureza do conhecimento científico.

> *"O foco do vídeo[8] é a pesquisa de Lavoisier sobre a conservação da massa e a exibição do filme foi usada para suscitar discussões com relação ao contexto histórico em que Lavoisier desenvolveu seu trabalho. A utilização do filme permitiu ao aluno reconhecer o cenário em que o cientista viveu. [...] Em meio à aula que versava sobre modelo atômico dois vídeos foram inseridos: um sobre o experimento da lâmina de ouro feito por Rutherford[9] e outro sobre o efeito fotoelétrico[10]. [...] Através dessa abordagem foi possível retomar a discussão em que [...] os alunos puderam associar a Ciência às palavras erro e/ou certeza/verdade absoluta" (D6, p. 50; 53).*
>
> *"Nesse vídeo[11], foi explorado não só o modelo de cuba de ondas para o fenômeno da interferência e da difração, mas também foi apresentada uma abordagem sobre o fenômeno quântico [...]" (D7. p. 33)*
>
> *"Para que os alunos pudessem visualizar como ocorre a difração, utilizou-se um vídeo (obtido em http://www.youtube.com)[12]. [...] 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).*

IV.3.6 Subcategoria C6: experimentos

Na subcategoria C6 foram organizados os experimentos utilizados como estratégia didática por três (3) autores/professores para a aprendizagem dos conteúdos ensinados. Nas transcrições abaixo, observamos que as atividades foram demonstrativas e concebidas com a intenção de possibilitar a observação dos fenômenos, a familiarização dos alunos com os instrumentos, a discussão de aspectos conceituais e procedurais referentes à atividade científica.

> *"Uma das atividades que vale ressaltar é a atividade experimental, na qual os alunos presenciaram e realizaram experimentos com prismas, lentes, lupas e espelhos. Nessa atividade, em especial, com o auxílio de um prisma, os alunos realizam a decomposição da luz branca (oriunda de uma lanterna) em um prisma. [...] Nesta aula foram entregues aos alunos alguns instrumentos ópticos como lentes, prismas e lanternas. Solicitamos que eles manuseassem os aparelhos e observassem os fenômenos da reflexão e da refração. Não foi introduzido, pelo professor explicações sobre os fenômenos, o intuito foi os alunos se familiarizarem com os fenômenos" (D1, p. 118; 179).*
>
> *"[...] o foco do Módulo passou a ser a câmara escura [...] Ao notar a surpresa dos alunos quando estes viram o mundo invertido das lentes [...] Solicitamos aos alunos que imaginasse como esse mesmo fato deve ter sido visto pelos homens e mulheres do século XVII, lembrando a eles que as pessoas do século XXI estão habituadas a verem pessoas "dentro de caixas", como vemos hoje em um aparelho Televisor. [...] Mostramos que o mundo holandês dos afazeres domésticos e da simplicidade do seu cotidiano passava a ser representado nas telas, onde a câmara escura teve um papel inovador como técnica de pintura [...]" (D7, p. 39-40).*
>
> *Junto com o texto utilizado para leitura no início do curso, foi enviada uma lista de materiais para a construção de um disco de Newton. Após a explicação dos*

[8] Vídeo: "A grande ideia" Disponível em http://goo.gl/AwIzk8
[9] Vídeo: "O experimento de Rutherford". Disponível em http://goo.gl/vE8Lwt
[10] Vídeo: "A ideia do Quantum: o efeito fotoelétrico". Disponível em http://goo.gl/VlkKhO
[11] Vídeo: "Dr. Quantum e o experimento da fenda dupla". Disponível em http://goo.gl/myVPSs
[12] Nome do vídeo não especificado pelo autor.

> *fenômenos de reflexão e refração, fizemos uma pausa na apresentação para que os alunos pudessem explorar seus experimentos (D9, p. 20).*

IV.3.7 Subcategoria C7: jogos e dinâmicas.

Na subcategoria C7, foram incluídos os jogos e as dinâmicas. Utilizados por dois (2) autores/professores como estratégias de ensino e aprendizagem, a dinâmica e os jogos transcritos a seguir demonstram as intenções pedagógicas e epistemológicas dos autores em relação às formas de promover a discussão sobre a ciência e promover a aprendizagem do conteúdo abordado.

> *"[...] foi realizada uma atividade prática que tinha como objetivo discutir sobre ciência. [...] A atividade consiste em uma tentativa de reproduzir um modelo de investigação cientifica. A turma foi dividida em 4 grupos, sendo 3 grupos de 5 alunos e 1 grupo de 4 alunos. Para a realização da atividade foram disponibilizadas 3 caixas com objetos em seus interiores, como clipes, rolha de cortiça, entre outros, sendo que os alunos deveriam tentar descobrir o que havia dentro de maneira mais precisa possível" (D5, p. 54).*
>
> *"A primeira atividade realizada com os alunos foi denominada "Jogo das Palavras", que tinha o propósito de fazer os alunos refletirem e discutirem sobre como percebiam a relação entre a Física e as outras áreas do conhecimento, além de verificar sua visão da ciência e, particularmente, do processo de construção do conhecimento científico. [...] Assim a atividade consistia em apresentar para os alunos, no quadro negro, palavras [...] os alunos deveriam apontar entre as palavras mencionadas, aquelas que, para eles, estavam relacionadas à Física" (D6, p. 25).*
>
> *"O segundo objeto didático construído para compor o produto desta pesquisa foi um jogo: o dominó da energia [...] O jogo consistia em responder a uma pergunta ou realizar uma atividade proposta contida nos cartões do jogo para conquistar o direito de jogar uma peça do dominó. [...] Desse modo, a atividade permitiu abordar questões sobre o conteúdo, além de instigar os alunos a pensarem sobre como relacionar os diversos assuntos, já que o dominó continha, basicamente, termos que se relacionavam dentro do conteúdo proposto" (D6, p. 58).*

A dinâmica denominada júri simulado foi utilizada por 2 (dois) autores/professores com o objetivo de promover o debate sobre as questões controversas e temas polêmicos da História da Ciência. No decorrer da atividade, os alunos foram organizados em grupos de debatedores e, através de réplicas e tréplicas, foram estimulados a elaborar diferentes argumentos sobre a questão em debate. Os diferentes pontos de vista colocados em discussão foram construídos a partir de leituras e pesquisas em fontes diversas.

> *"A atividade do júri simulado mostrou-se um momento impar 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).*
>
> *"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).*

IV.4. Categoria D: Resultados obtidos pelos autores das dissertações

O esforço dos autores na preparação cuidadosa dos materiais instrucionais foi, na maior parte das vezes, recompensado, segundo descrição dos autores/professores, com resultados considerados satisfatórios em relação à aprendizagem dos conceitos de Física e animadores do ponto de vista da participação dos alunos do Ensino Médio e licenciandos e docentes de Física, o público-alvo dos produtos educacionais desenvolvidos.

Na análise dos resultados organizados na categoria D foram destacadas evidências, destacadas pelos autores/professores, de excelente nível de participação e interesse dos alunos, progressos em relação à aprendizagem dos conceitos científicos abordados e incorporação de aspectos adequados da NdC, conforme é possível observar na figura abaixo:

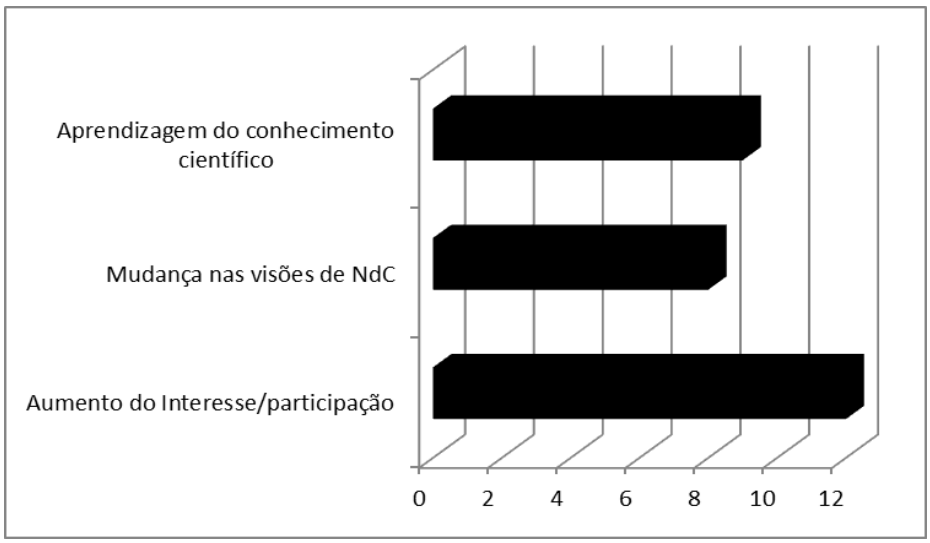


Figura IV.4: Resultados obtidos na aplicação dos produtos educacionais

A figura acima nos permite destacar a drástica transformação do desinteresse dos alunos constatada pelos autores/professores e destacadas, por eles, como tão preocupante nos meios educacionais há décadas. Observou-se nas avaliações de todos os produtos educacionais, expressivos níveis de participação e interesse pelas aulas de Física.

Da mesma forma, nas sequências didáticas que tinham por finalidade o ensino e a aprendizagem de conhecimentos da ciência e sobre a ciência, os resultados foram, de maneira geral, considerados positivos por todos os autores/professores.

> *"Na análise e aplicação de todo o curso, compreendeu-se que houve um entendimento do problema proposto. Mesmo que a atividade final moste, em alguns casos, que há um retorno às concepções iniciais, esta pesquisa conclui que o curso logrou êxitos ao mostrar uma nova forma de se aprender ciência e de se aprender sobre a ciência, às vezes de forma lúdica, engraçada e contestadora" (D1, p. 173).*
>
> *"Convém mencionar que apesar de efetivamente não termos averiguado o resultado da utilização didática do texto concebido, a proposta nele veiculada foi apresentada a alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba em um curso de curta duração na primeira semana de*

dezembro do ano corrente e a impressão resultant foi de uma curiosidade sensível por parte dos estudantes, os quais aparentemente assentiram com a importância da argumentação na formação do professor. Além disso, também percebemos que a escolha do episódio histórico foi muito bem recebida pelos estudantes [...]" (D2, p. 71).

"Esta proposta foi importante para que os alunos percebessem e entendessem como foi o surgimento e o desenvolvimento do conceito de força. Assim os alunos compreenderam melhor a evolução. Sendo assim, estes não ficaram apenas com uma "ideia vaga" da forma moderna do conceito de força, mas conheceram as evoluções das ideias de um conceito" (D3, p. 94).

"A pesquisa procurou responder prioritariamente à questão: a aproximação da Física com a Literatura pode ser um caminho para se trabalhar o ensino da Teoria da Relatividade Geral, contextualizado histórica e filosoficamente? A avaliação final do trabalho dos alunos, as opiniões favoráveis ao uso de textos, mesclando Física, Literatura, História e Filosofia da Ciência, respeitados os limites desta pesquisa já citados, nos levam a considerar a Literatura um caminho favorável ao ensino de Física, contextualizado histórica e filosoficamente. Portanto, a resposta à questão principal da pesquisa é afirmativa, considerando-se alguns aspectos relevantes no processo, como o saber pedagógico da professora da turma e o ambiente propício à aplicação de novos projetos" (D4, p. 48; 49).

"Conforme esperado, a dinâmica gerou interesse por parte dos alunos, que puderam compreender que o conhecimento científico é provisório, precisa de divulgação, é feito por analogias/comparações com teorias/modelos pré-existentes, etc." (D5, p. 72).

"A utilização da história da ciência 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 a NdC para a sala de aula" (D6, p. 117).

"A evidente empolgação dos alunos em sala de aula, bem como seu espanto ao ver que áreas aparentemente distantes estão de certa forma diretamente ligadas, já pode ser considerada um dos grandes pontos positivos desse trabalho no âmbito educacional" (D7, p. 46).

"Então podemos averiguar que segundo os relatos descritos acima, os maiores problemas estavam na falta de domínio do conteúdo específico relacionado ao roteiro, o que nós temos como aceitável [...] Mas ficamos satisfeitos pela observação de que ficou claro para os analisaos que as questões sempre buscavam examinar alguns "tópicos" principais, e o principal que conseguimos detectar que a interpretação das ideias contidas nas questões ficaram acessíveis aos profissionais [...]" (D8, p. 64-65).

"O objetivo era responder se um enfoque histórico-filosófico pode tornar um curso de Óptica eficaz, no sentido de fazer com que os alunos compreendam melhor a natureza da luz e das cores. Os resultados obtidos nas avaliações, assim como o clima da aula e os comentários dos alunos acerca da didática escolhida, nos permitem concluir que sim. [...] O trabalho desenvolvido em sala de aula e as avaliações realizadas durante o processo pedagógico nos permitem concluir que a abordagem histórico-filosófica mostrou-se um dos possíveis caminhos capazes de tornar as aulas de Física um espaço capaz de contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e críticos. Isso, porque essa abordagem possibilita aos alunos compreender a Física, e, portanto, a ciência, como cultura, e, assim, capacita-os a refletir sobre os limites e possibilidades do conhecimento científico" (D9, p. 54; 55).

"Os resultados dessa dissertação, apesar de não serem conclusivos [...] parece mostrar que a demanda epistemológica pode aproximar professores de uma prática mais atenta aos coneitos que ele pretende ensinaar. Pode também ser considerada uma estratégia eficaz a ser utilizada por professores já engajados

> *na HFC que desejam estimular seus pares nessa direção" (D10, p. 71).*
>
> *"Ao compararmos o pré com o pós-teste percebemos que houve uma mudança na opinião dos alunos no que diz respeito a relação entre Física e Filosofia após a leitura do texto paradidático. Quando perguntados novamente sobre essa questão, a grande maioria respondeu positivamente" (D11, p. 50.*
>
> *"O trabalho desenvolvido junto às turmas teve um resultado muito positivo. Indo além da pesquisa desenvolvida, o retorno obtido na prática docente foi o melhor resultado" (D12, p. 55).*

IV.4.1 Subcategoria D1: Resultados sem identificação de obstáculos

Na subcategoria D1, elencamos os resultados obtidos na aplicação de dois (2) produtos educacionais que foram considerados plenamente satisfatórios pelos seus autores. O produto da D2, o texto "Argumentação e retórica na ciência: Galileu e a defesa do copernicanismo na carta à grã-duquesa Cristina de Lorena", é uma proposta de implementação na abordagem da História da Ciência nos cursos de formação de professores de Física a partir da consideração do estudo da argumentação.

> *"[...] a proposta nele veiculada foi apresentada a alunos do curso de licenciatura em física na Universidade Estadual da Paraíba em um curso de curta duração na primeira semana de dezembro do ano corrente e a impressão resultante foi de uma curiosidade sensível por parte dos estudantes, os quais aparentemente assentiram com a importância da argumentação na formação do professor. Além disso, também percebemos que a escolha do episódio histórico foi muito bem recebida pelos estudantes, o que ficou visível na aguçada atenção dispensada à narração do contexto histórico circundante a Galileu à época em que se envolveu com a defesa do copernicanismo que culminaria com a carta à Grã-duquesa" (D2, p. 71).*

Os resultados do produto descrito na D7, um módulo de ensino de instrumentos ópticos, foram considerados positivos pelo autor. Cabe ressaltar que o produto não foi avaliado e mensurado através dos mesmos instrumentos utilizados nos demais. O autor, na descrição da avaliação do produto, apresenta uma visão geral das impressões sobre a aplicação, sem destacar depoimento dos alunos, textos produzidos por eles ou qualque outro material que permita confirmar ou não os resultados apresentados.

> *"[...] optamos por uma abordagem qualitativa, abandonando o fenômeno educacional em termos de causa e efeito em favor de sua compreensão no sentido que deles fazem as pessoas que o vivenciam. Portanto, não adotamos métodos de controle sobre o conteúdo apresentado, uma vez que isso iria ficar em pleno desacordo com o termo "complexidade" sobre o qual o Módulo para esta pesquisa foi montado. [...] A evidente empolgação dos alunos em sala de aula, bem como seu espanto ao ver que áreas aparentemente distantes estão de certa forma diretamente ligadas, já pode ser considerado um dos grandes pontos positivos deste trabalho no âmbito educacional" (D7, p. 44; 46).*

IV.4.2 Subcategoria D2: Resultados com identificação de obstáculos

Na subcategoria D2, incluímos os resultados que, embora tenham sido considerados satisfatórios em vários aspectos, apresentam algumas restrições provocadas pelos obstáculos que os autores não conseguiram superar integralmente. Nove (9) autores/professores explicitam os obstáculos encontrados. Os obstáculos apontados assemelham-se àqueles já

minuciosamente debatidos na literatura da área. Envolvem basicamente os alunos, os professores e fatores externos à sala de aula.

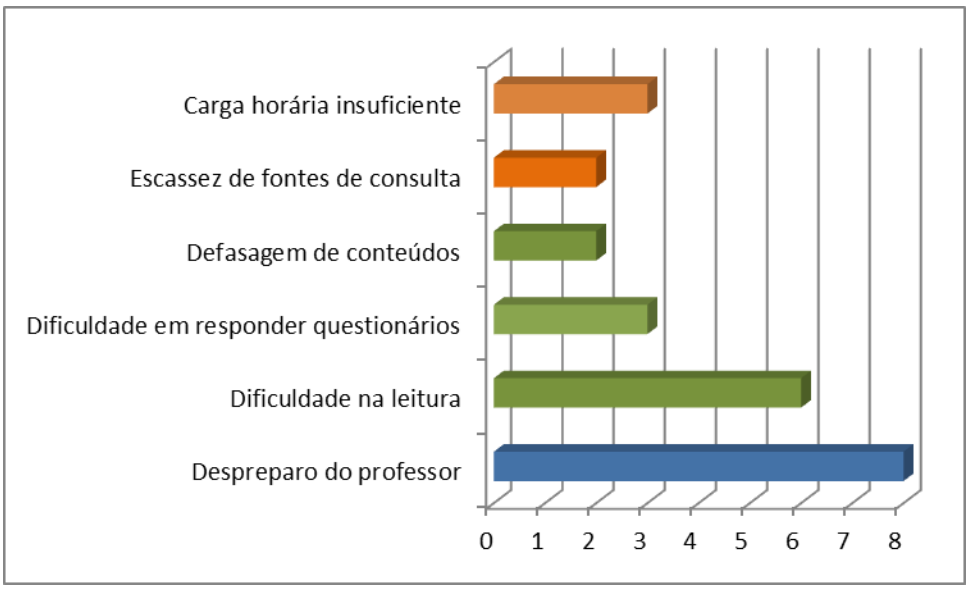


Figura IV.5: Obstáculos apontados na avaliação dos produtos educacionais

A precariedade da formação docente é o obstáculo apontado com maior frequência nas avaliações dos produtos educacionais. Das doze (12) dissertações, oito (8) reforçam essa questão como um obstáculo que incide sobre a competência do professor para compreender o conteúdo da Física e a natureza desse conhecimento e para elaborar textos numa abordagem histórica, como é possível observar em alguns exemplos transcritos a seguir:

> *"Para tentar lograr melhores resultados na aprendizagem da Óptica e construir ideias mais coerentes sobre a Natureza da Ciência, a experiência foi utilizada pensando na perspectiva do professor e, posteriormente, do professor-pesquisador. Desse modo, foi possível, com o auxílio da literatura específica da área, repensar uma prática vivenciada nos bancos acadêmicos que poderia levar a pesquisa a repetir procedimentos fortemente criticados [...]" (D1, p. 116).*

> *"Na exploração do episódio, uma primeira dificuldade surgiu, pois se tratava de um assunto em que esta autora não tinha o conhecimento aprofundado da história. Assim como ocorre na maioria dos cursos de formação de professores, pouca atenção havia sido dada aos aspectos históricos na graduação sobre os assuntos raios-x e radioatividade. O mesmo ocorria quanto aos aspectos de natureza da ciência discutidos, como o papel do empirismo, as falhas do indutivismo, visão dogmática e linear da ciência, etc. [...] Nas intervenções com os textos, uma outra dificuldade surgiu: como elaborar um texto simplificado e ao mesmo tempo completo sobre um episódio histórico" (D5, p. 71-72).*

As dificuldades relatadas acima não representaram barreiras insuperáveis para os autores dos produtos educacionais. Conscientes do que iriam enfrentar ao se disporem a utilizar a História da Ciência no ensino da Física, esses docentes se dispuseram a buscar a consecução dos objetivos almejados e, ao reconhecerem as fragilidades de suas intervenções, reconheceram a necessidade de reinventar sua prática para solucionar as tensões e os dilemas inerentes a ela. Essa intenção pode ser ilustrada no excerto abaixo:

> *“Algumas dificuldades surgiram durante a elaboração do trabalho, porém serviram como ponto de partida para repensar os textos utilizados e a forma de intervenção” (D5, p. 73).*

As dificuldades atribuídas aos alunos, em relação à leitura dos textos e às respostas dadas às questões formuladas a partir desses textos, foram consideradas pelos autores como obstáculos para que fossem atingidos os resultados previstos.

> *“[...] 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).*
>
> *“A análise da entrevista permitiu-nos concluir que i) a maioria dos alunos não gosta de ler; ii) alguns alunos preferem textos mais técnicos, com menos diálogo, que vá direto ao assunto; iii) as meninas gostam mais do texto do que os meninos [...] “(D6, p. 92).*
>
> *“A primeira dificuldade encontrada na aplicação do material foi a própria leitura dele, pois como já mencionamos os alunos envolvidos no processo não tem o hábito de ler” (D11, p. 44).*
>
> *“Essa primeira avaliação teve por objetivo detectar aqueles possíveis alunos que não cumpriram a tarefa de leitura. Nessa primeira experiência, por exemplo, foi detectado que a maioria dos alunos, em ambas escolas, sentiu dificuldade em entender o que seria um corpo negro e o efeito fotoelétrico” (D9, p. 13).*

Sem demonstrarem a opção por uma leitura polissêmica, na qual seria possível aceitar os questionamentos dos alunos e valorizar diferentes interpretações acerca do texto oferecido para leitura, os autores dos produtos educacionais associaram, em alguns casos, respostas não esperadas com episódios de insuficiência na leitura.

Considerações finais

Dentre as possibilidades de tornar mais efetiva a aprendizagem do conhecimento científico, a inserção da História da Ciência como eixo para o desenvolvimento dos conteúdos curriculares de Física é apontada com frequência pelos estudiosos e pesquisadores da área. Na percepção desses especialistas, de modo geral, há ainda, nos dias atuais, um conjunto importante de obstáculos a serem superados para que os alunos do Ensino Médio, os licenciandos da área de ciências e os professores em exercício possam educar-se cientificamente apropriando-se das informações sobre os problemas que desencadearam a construção da ciência e das dificuldades enfrentadas pelos cientistas.

Sensibilizados e desafiados pela necessidade de buscar respostas para solucionar os problemas enfrentados no dia a dia das salas de aula, os egressos dos cursos de Mestrado Profissional no Ensino de Ciências, cujas dissertações foram analisadas nesse trabalho, elaboraram, aplicaram e avaliaram produtos educacionais que tiveram por finalidade apresentar práticas inovadoras e eficazes para o ensino da Física numa tentativa de romper com o psiquismo cotidiano, enfrentando o desafio de mudar a cultura didática vigente.

Este estudo, sem a pretensão de se tornar conclusivo, teve o propósito de responder as seguintes questões: quais foram as estratégias didáticas utilizadas para abordar os conteúdos referentes à História da Ciência? Como essas estratégias dialogam com a literatura específica da área? Que resultados foram obtidos pelos professores a partir das estratégias utilizadas?

Para proceder à análise dos produtos educacionais e responder às perguntas que originaram a pesquisa, foram geradas e sistematizadas categorias e subcategorias que possibilitaram a interpretação das escolhas feitas por seus autores e permitiram a identificação da validade das propostas, o reconhecimento do esforço de seus autores e a importância desses estudos para o ensino da Física.

Dentre as estratégias didáticas exploradas nos produtos educacionais o trabalho com textos produzidos pelos próprios autores é a estratégia que se destaca. O uso de textos sugere a necessidade desses autores/professores superarem um dos obstáculos apontados pela literatura: a falta de material didático apropriado para o trabalho com HFC. Os resultados dessa pesquisa demonstram que os autores/professores das dissertações aqui analisadas não utilizaram livros didáticos para trabalhar o conteúdo de Física. Eles assumiram a responsabilidade pela elaboração de material didático próprio e, incorporando as recomendações dos estudiosos da área, não fizeram da História da Ciência um mero adorno dos textos científicos. Nesse sentido, os temas do ensino da Física foram tratados numa perspectiva histórica que permeava e conduzia a aprendizagem dos conceitos científicos, dando-lhes sentido e facilitando a compreensão dos alunos.

Na condução dos processos que culminaram em resultados positivos em todas as

sequências didáticas apresentadas nas dissertações, destacam-se atividades como textos, questionários, debates, aulas expositivas, experimentos, vídeos, jogos, dinâmicas, que, pela maneira como foram encaminhadas pelos dinamizadores e pesquisadores, suscitaram o interesse pela abordagem histórica dos estudos científicos e a participação ativa dos alunos, o que nos permite inferir tenha contribuído para a aprendizagem dos mesmos.

Tendo sido destacado nas dissertações como a grande preocupação inicial dos autores/professores, o desinteresse dos alunos em relação ao estudo da Física foi um dos elementos motivadores para a inserção da História da Ciência no ensino. Como resultado dessa inserção observou-se uma expressiva participação dos alunos nas aulas, nos debates e nas atividades propostas em sala de aula.

O papel de destaque conferido à participação e ao interesse dos alunos levam-nos a concluir que a forma como a História da Ciência foi incorporada aos produtos educacionais analisados, resultou em experiências bem sucedidas. Embora a pesquisa tenha revelado alguns pontos que ainda mostram-se falhos e, por essa razão, demandam aprofundamentos, evidencia-se o compromisso dos autores/professores com um ensino que atenda às necessidades fundamentais do alunado.

A permanente preocupação com a apresentação de visões mais críticas da ciência, o questionamento de metodologias que subtraem o sentido e o significado dos conteúdos de Física e a consciente organização das sequências didáticas em consonância com a realidade escolar revelam a atenção dos autores para com as recomendações que os estudiosos divulgam através a literatura recente da área.

Os resultados da investigação aqui realizada colocam em relevo não apenas os trabalhos analisados, mas salientam as principais tendências no domínio da inserção da História da Ciência no ensino.

Deve-se salientar ainda que as estratégias metodológicas desenvolvidas pelos autores das dissertações na busca de superação dos obstáculos atestam a ocorrência da autoria docente. O ineditismo das propostas apresentadas por eles foi influenciado pelos problemas enfrentados na prática pedagógica vigente e, embora os instrumentos utilizados não representem algo inusitado indicam claramente a apropriação de abordagens atuais e consonantes com as propostas contidas nas pesquisas recentes e nos currículos oficiais, primando pela centralidade do papel do aluno no processo educativo. Em síntese, os professores, valendo-se do saber profissional adquirido ao longo de suas carreiras, utilizaram práticas fundamentadas nas pesquisas, na própria experiência e na vivência com seus pares.

Essa pesquisa representa a primeira etapa de uma investigação que tem por objetivo realizar estudos mais aprofundados sobre as abordagens históricas realizadas pelos docentes que tiveram seus trabalhos aqui analisados. Pretende-se, em estudos futuros, acompanhar

esses mesmos docentes em seu dia a dia profissional e conhecer os desafios que eles certamente têm enfrentado e superado em sua prática, considerando que esses desafios continuam a provocar nossas inquietações.

Referências Bibliográficas

ABD-EL-KHALICK, F. “Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers’ views and instructional practice”, *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 1, pp. 15-42, 2005.

ABD-EL-KHALICK, F., AKERSON, V. L. “Learning as Conceptual Change: Factors Mediating the Development of Preservice Elementary Teachers’ Views of Nature of Science”, *Science Teacher Education.* Mark Windschitl, Section Editor, 2003.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N.G. “Improving Science Teachers’ Conceptions of Nature of Science: a critical review of the literature”, *International Journal of Science Education*, vol. 22, nº 7, pp. 665-701, 2000.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXAO, M. F.; ACEVEDO, PP.; OLIVA, J. M.; MANASSERO, M. “Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências”, *Ciência & Educação*, v. 11, n. 1, pp. 1–15, 2005.

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

_____. “Pseudohistory and pseudoscience”, *Science & Education*, v. 13, n. 3, pp. 179-195, 2004.

ALVES FILHO, J. PP. *Atividades experimentais: do método prático a prática construtivista*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

AMADOR, F. “Contribuições da história da Ciência para os processos de desenho curricular”, *Revista da Educação*, vol. XVII, nº 1, pp.9-30, 2010.

ASSIS, A. K. T.; NEVES, M. C. D.; SOARES, D. S. L. “Cosmologia de Hubble: de um universo finito em expansão a um universo infinito no espaço e no tempo”. In: *II Crisis in Cosmology Conference*, pp. 202-223, Washington, Set. 2008.

AUSUBEL, D. PP. Some psychological aspects of the structure of knowledge. In: ELAM, S. *Education and the Structure of Knowledge*. Illinois-Chicago: Rand Macnally, 1973. pp. 221-262.

AYRES, A. C., ANDRADE, M. “Didática no ensino de Ciências: como as concepções de ciências influenciam as práticas pedagógicas?” In: *33ª Reunião Anual da Anped*, Caxambu, 2010.

BACHELARD G. *La formation de l'ésprit scientifique*. Paris: Libraire Philosophique J. Vrin, 1938.

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

BARTHEM, R. *A luz*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

BASSALO, J. M. F. “A Crônica da Ótica Clássica”, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 4, pp. 138-159, 1986.

BASTOS, F. História da Ciência e Pesquisa em Ensino de Ciências. In: NARDI R. (Org.). *Questões Atuais no Ensino de Ciências*. S. Paulo: Escrituras Ed., 1998. pp. 43-52.

BATISTA Fº, A. R., GOMES, E. B., KALHIL, J. D., CARVLHO, L. A. M., CAVALHEIRO, J. S. “Transposição didática no ensino de ciências: facetas de uma escola do campo de Parintins/AM”, *Revista ARETE - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 5, n. 8, Jan-Jul., pp.71-82, 2012.

BERGER, PP. L.; LUCKMANN, T. *A construção social da realidade*. 5.ed. Petrópolis: Vozes, 1983.

BRAGA, M., GUERRA, A., REIS, J. C., & FREITAS, J. *Galileu e o nascimento da ciência moderna*. São Paulo: Atual, 1997.

BRASIL. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. *Parâmetros Curriculares Nacionais* (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

_____. *Parâmetros curriculares nacionais*: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRUSH, S. G. “Should the history of science be rated X?” *Scienc*e, v.183, pp. 1164-1172, 1974.

BRUNER, J. “The growth of mind”, *American Psychologist*, v. l 20, n. 12, pp. 1007-1017, Dec. 1965.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, António et al. “A emergência da didáctica das Ciências como campo específico de conhecimento”, Revista *Portuguesa de Educação*, v. 14, n. 1, pp. 155-195, 2001.

CALDEIRA, A. M. S. “A apropriação e construção do saber docente e a prática cotidiana”, *Cadernos de Pesquisa*, n.95, pp.5-12, nov. 1995.

CANGUILHEM, G. *Dialectique et philosophie du non chez Gaston Bachelard. In: Études d'histoire et de philoosophie des sciences: concernant les vivants et la vie*. 2ª ed. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, pp.196-207, 2002.

CASTRO, R.S. *História e epistemologia da ciência; Investigando suas contribuições Num Curso de Física de Segundo Grau*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

CHAPMAN, B. Special relativity and the Michelson-Morley experiment. *Physics Education*, v.14, 1979.

CHEVALLARD, Y. *La Transposition Didactique*. Paris: La Pensée Sauvage, 1991.

CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q. Um módulo sobre a radioatividade: sua história e sua transposição didática. In PEDUZZI, L. O. Q., MARTINS, A. F. PP., FERREIRA, J. M. (org.) *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, 2012.

CRAWFORD, B. A. “Embracing the Essence of Inquiry: New Roles for Science Teachers”, *Journal of research in science teaching*, v. 37, n. 9, 2000.

CROMBIE, A. C. *Historia de la Ciência*: de San Agustin a Galileo. Madrid: Alianza Editorial, v. 1, 1980.

CRUZ, F. F. “O conceito de Força no Pensamento Grego”, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v.2, n. 1, pp.16-24, 1985.

CRUZ, R. N. “História e historiografia da ciência: considerações para pesquisa histórica em análise do comportamento”, Revista *Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva*, v. 8, n. 2, dez. 2006.

D’AMBROSIO, U. Tendências Historiográficas na História da Ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; BELTRAN, M.H.R. (orgs.) *Escrevendo a História da Ciência:* tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004.

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, 2005.

DEMO, P. *Prática da Ciência Remix e Autoria*. 2010. Disponível em <https://docs.google.com/document/pub?id=1heHihTXIZbrCia6> Acesso em: 15 abr. 2012.

DRIVER, R. & EASLEY, J. “Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students”, *Studies in Science Education*, n.12, pp. 7-15, 1978.

DRIVER, R., NEWTON, PP. AND OSBORNE, J. F. “Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms”, *Science Education*, v. 84, n. 3, pp. 287–312, 2000.

DRIVER, R. e ERICKSON, G. “Theories- in-action: some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual frameworks in science”, *Studies in Science Education,* v. 10, pp. 37-60, 1983.

DUARTE, N. *Educação escolar, teoria do cotidiano e a escola de Vig*otski. 4. ed. Campinas: Autores Associados, 2007.

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, 2006. pp. 3-21.

ELLIOT, J. H. *Europe em la epoca de Felipe II*. Barcelona: Crítica, 2000.

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, Jul. 2006.

FENSHAM, PP. J. “Time to change drivers for scientific literacy”, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, v. 2, n. 1, pp. 9-24, 2002.

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: pp.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. Tese de Doutorado. FEUSP, São Paulo, 2009.

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

FRACALANZA, H. “A prática do professor e o ensino de ciências”. *Ensino em Re-vista*, v. 10, n. 1, pp. 93-104, Jul. 2001/Jul.2002.

GABRIEL, C. T. “Usos e Abusos do conceito de transposição didática - considerações a partir do campo disciplinar de História”. In: *Anais do IV Seminário Perspectivas do Ensino de História*, Ouro Preto, 2001. Disponível em <http://www.ichs.ufop.br/perspectivas/anais/GT0509.htm>. Acesso em Mai. 2012.

GARRETT, R.M. “Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciências”. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 3, pp.224-230, 1988.

GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D. “História da Ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores”, *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 1, pp. 7-59, 2010.

GIL-PÉREZ, D., VILCHES, A.; FERREIRA-GAUCHÍA, C. Overcoming the Oblivion of Technology in Physics Education. In VICENTINI, M. & SASSI, E. (Editors) *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*, ICPE, 2008. pp. 51-71.

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, pp.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, pp. 197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D. e MARTINEZ TORREGROSA, J. “A model for problem-solving in accordance whith scientific methodology”, *European Journal of Science Education*, v. 5, n. 4, pp. 477-455, 1983.

GIROUX, H. A. *Os professores como intelectuais*: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1977.

GOMES, J. L. A. M. C. ; SILVA, A. PP. B. ; FORATO, T. C. M . “Temperatura e Teorias sobre a Natureza do Calor: Um projeto de aplicação da História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física”. In: *I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciências, VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em CIências*, 2011, Campinas. Atas do VIII ENPEC e I CIEC. Rio de Janeiro: ABRAPEC, v. unico. pp. 1, 2011.

GUÇÃO, M. F. B.; CARNEIRO, M. C.; BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. PP.; CALUZI, J. J. Seleção de fontes históricas para o trabalho em sala de aula: uma análise do Poema para Galileu em duas perspectivas diferentes. In CALDEIRA, A. M. A. (org.). *Ensino de Ciências e Matemática, V: história e filosofia da ciência.* São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011. pp. 249-266.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J.C. *Bohr e a interpretação quântica da natureza*. São Paulo, Atual Editora, 2005.

HELLER, A. *O cotidiano e a história.* São Paulo: Paz e Terra, 1970.

HERNANDEZ, F. “A importância de saber como os docentes aprendem”, *Pátio Revista Pedagógica*, ano I, n. 4, pp. 8-13, 1998.

HOCKNEY, D. *O conhecimento secreto*. São Paulo: Cosac & Naify, 2001

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

_____. “Toward a philosophical more valid curriculum”, *Science Education*, v. 72, n.1, pp. 19-40, 1988.

HOTTECKE. D. E SILVA. C. “Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles”, *Science & Education*, v.. 20, n. 1, pp. 37-50, 2010.

KRAGH, H. Ideologia e mitos na História da Ciência. In: KRAGH, H. *Introdução à Historiografia da Ciência*. Porto: Porto Editora, 2001. pp. 119-165.

_____. *An introduction to the historiography of science*. Cambridge: Cambridge U. PP., 1987.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2007.

LEDERMANN, N. G. Nature of science: past, present and future. In ABELL, S & LEDERMAN, N. G. *Handbook of Research on Science Education*. Mawah, NI: Lawrence Erlbaum, 2006.

_____. “Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research”, *Journal of Research in Science Teaching*, v. 29, n. 4, pp. 331-359, 1992.

LIBÂNEO, J. C. *Conteúdos, formação de competências cognitivas e ensino com pesquisa*: unindo ensino e modos de investigação. Cadernos Pedagogia Universitária. São Paulo: USP, 2009.

LUTFI, M. *Cotidiano e educação em química*. Ijuí: Unijuí, 1988.

MARANDINO, M. “Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências”, *Revista Brasileira de Educação*, n. 26, pp. 95-108, 2004.

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

MARTINS, L. A. PP. “História da Ciência: objetos, métodos e problemas”, *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, pp. 305-317, 2005.

_____. “A história da ciência e o ensino da biologia”, *Jornal Semestral do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino e Ciência da Faculdade de Educação da Unicamp*, v. 5, pp. 18-21, 1998.

MARTINS, R. A., SILVA, A. P. B. “Voltaire, Maupertuis e o debate sobre o princípio de ação mínima no século XVIII: aspectos científicos e extracientíficos”, *Filosofia Unisinos*, v. 8, n. 2, pp. 146-169, 2007.

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

_____. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos na obras sobre História da Ciência. Em A.M.A. Goldfarb & M.H.R. Beltran (orgs.) *Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria da Física/Fapesp, 2004. pp.115-147.

_____. *Becquerel e a descoberta da radioatividade: uma análise crítica.* Tese de Doutorado. Instituto da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

_____. “Como não escrever sobre história da física – um manifesto historiográfico”, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 1, pp. 113-129, 2001.

_____. “Que tipo de História da Ciência esperamos ter nas próximas décadas?”, *Episteme*, n. 10, pp. 39-56, 2000.

_____. *O universo: teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo: Moderna, 1994.

_____. “Huygens e a gravitação newtoniana”, *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, v.1, n.2, 1989.

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 Física*, v.12, n.3, pp.164-214, 1995.

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

_____. “Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciências”, *Comunicación, Lenguaje y Educación*, n. 11-12, pp. 141-155, 1991.

_____. “History, philosophy and science teaching: an approachment”, *Studies in Science Education*, v. 10, n. 1, pp. 93-97, 1990.

_____. “A role for history and philosophy in science teaching”, *Interchange*, v. 20, n. 2, pp. 3-15, 1989.

McCOMAS, W. F. The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. In: McCOMAS, W. F. (Ed). *The Nature of Science in Science Sducation*. Rationales and Strategies. Netherland: Kluwer Academic Publishers. 1998.

McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M.PP. “The Nature of Science in Science Education: An Introduction”, *Science & Education*, v. 7, n. 6, pp. 511-532, 1998.

MCCOMAS, W. F.; OLSON, J.K. The nature of science in international standards documents. In: MCCOMAS, W. F.; OLSON, J.K. *The Nature of Science in Science Education:* Rationales and Strategies, Netherland: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MEDEIROS, A., BEZERRA FILHO, S. “A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física”, *Ciência & Educação*, v. 6, n. 2, pp. 107-117, 2000.

MOSS, J. D. “Galileo’s letter to Christina: Some rethorical considerations”, *Renaissance Quartely*, v. 36, n.4, pp. 547- 576, 1983.

MOURA, B. A. *A aceitação da ótica newtoniana no século XVIII:* subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino. Tese de Mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.

NOBRE, S.R. “Historiografia da Ciencia: Elementos Quantitativos como Base para a Análise Qualitativa”. In: *II Simpósio Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos*. Universidade Sagrado Coração de Jesus; Bauru (SP), 2004.

NOVELLO, M. *O que é cosmologia*. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar, 2006.

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

PATTO, M. H. S. *O conceito de cotidianidade em Agnes Heller e a pesquisa em educação*., São Paulo: Perspectivas, n. 16, pp. 119-141, 1993.

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.

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S. “Parâmetros para avaliar a produção literária em História e Filosofia da Ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da Física”, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 3, pp. 471-491, 2013.

PERSSON, J. R. *Evolution of quasi-history in a Physics Textbook*. Norway: Norwegian University of Science and Technology, 2013.

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, pp. 217-229, 2001.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *A aprendizagem e o ensino de ciências*: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I. Enfoques para la ensenãnza de la ciencia. In: POZO, J.I. Y GOMEZ, M.A. *Aprender y enseñar ciencia.* Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata S.L., 1998. pp. 265-307.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. “O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania”, *Ciência & Educação*, v. 13, n.2, 2007.

PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. A. Introdução. A importância da História da Ciência na educação científica. In: PRESTES, M. E. B.; CALDEIRA, A. M. A. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, pp. 1-16, 2009.

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, pp. 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: *XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física;* São Paulo, Águas de Lindoia, 2010.

SAITO, F.; DIAS, M. S. “Interface entre história da matemática e ensino: uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI”, *Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, pp. 89-111, 2013.

SALOMON, G. *It’s not just the tool, but the educational rationale that counts*. Montreal: Ed-Media Meeting, 2000.

SIMON, H.A. Problem solving and education. In: TUMA, D.F. E REIF, F. (Ed.). *Problem solving and education:* issues in teaching and research. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1980. pp. 81-96.

SINGH, S. *Big Bang*. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2004.

SOLBES, J. e TRAVER, M. “Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en lãs Clases de Física y Química: Mejora de la Imagen de la Ciencia y Desarrollo de Actitudes Positivas”, *Enseñanza de las Ciencias, v.* 19, n.1, pp. 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.

SOLOMON, J. “Teaching about the nature of science in the british national curriculum”, *Science Education,* v. 75, n.1, 1991.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M.J.P. P.M. “Leituras na mediação escolar em aulas de Ciências: A fotossíntese em textos originais de cientistas”, *Pro-Posições*, v. 12, n. 1, 2001.

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*, n. 88, pp. 610–645, 2004.

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

_____. “Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério”, *Revista Brasileira de Educação*, n.13, Jan., 2000.

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*. Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona, Facultad de Formación del Profesorado, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática, 2009.

VALENTE, W. R. “Saber científico, saber escolar e suas relações: elementos para reflexão sobre a didática”, *Revista Diálogo Educacional*, v. 4, n. 10, Set/Dez, 2003.

VERRET, M. *Le temps dês études*. Paris: Honoré Champion, 1975.

VIEIRA, K. M. D.; BATISTA, I. L. “A abordagem histórica no ensino de Física e a aprendizagem do conceito físico de movimento”. In: *VI Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2005.

WHITAKER, M. A. B. “History and Quasi-history in Physics Education Pts I, II”, *Physics Education*, v. 14, pp. 108-112 e 239-242, 1979.

ZANETIC, João. *Física também é cultura.* Tese de Doutorado. FEUSP, São Paulo, 1989.

ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D. & PEREIRA, E. M. (orgs.) *Cartografia do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

ZEIDLER, D. L. et al. “Tangled up in views: beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas”, *Science Education*, v. 86, n. 3, pp. 343-367, 2002.

Anexo I - Resumos das dissertações analisadas

Indicador: D1

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz. **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática.** Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). 2010. 180 p. Dissertação de Mestrado (orientador: André Ferrer Pinto Martins).

RESUMO: A pesquisa no campo da Didática das Ciências vem mostrando, nas últimas décadas, que alunos do nível médio de ensino apresentam dificuldades de entendimento de conceitos básicos da ciência, em geral, e da Física, em particular. A literatura especializada aponta, como um dos eixos para uma educação científica de melhor qualidade, uma compreensão mais estrutura *sobre* a ciência. Este trabalho propõe a introdução de elementos da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio como subsídio à aprendizagem de conceitos de óptica, de forma geral, e de aspectos relativos à natureza da ciência, de forma específica. Valendo-nos de episódios históricos sobre a controvérsia existente acerca da natureza da luz, principalmente nos séculos XVII e XVIII, como também de recortes da história da óptica no que diz respeito ao desenvolvimento de modelos explicativos do processo da visão, elaboramos e aplicamos uma unidade didática a duas turmas do ensino médio noturno de uma escola da rede pública estadual da cidade de Parnamirim (RN). A unidade envolveu, primordialmente, a leitura de três textos históricos contendo questões escritas, além da realização de um debate coletivo (“júri simulado”). A análise dos resultados indicou algumas dificuldades de superação das concepções alternativas relacionadas ao processo da visão e a natureza da luz. Apesar disso, entendemos que a unidade didática logrou êxitos no que diz respeito à aprendizagem da maioria dos alunos, tanto em relação a uma melhor compreensão da ciência como também de conceitos de óptica.

Indicador: D2

DIAS, Altamir Souto. **O estudo da argumentação na formação do professor de Ciências: um exemplo de elucidações epistemológicas na carta de Galileu à Grã-duquesa Cristina de Lorena.** Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). 2010. 197 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Ana Paula Bispo da Silva).

RESUMO: A argumentação tem sido tema recorrente em um número crescente de pesquisas em educação em ciências. Dotadas de um amplo leque de métodos e propósitos, tais pesquisas desenvolvem-se em torna da relevância atribuída à argumentação num arco que abrange desde a natureza da ciência e o trabalho dos cientistas às altercações entre estudantes em aulas de ciências. Sobre a argumentação e o ensino de ciências, é assaz citado o trabalho de Driver, Newton e Osborne (2000), o qual nos parece ter ensejado a ênfase educacional à argumentação nas pesquisas da última década. Mas acreditamos que os trabalhos baseados na observação da argumentação entre estudantes, embora atualmente majoritários, não encerram as possibilidades da pesquisa na área da argumentação e o ensino de ciências. Este trabalho constitui-se de três partes distintas nas quais (1) revisamos a bibliografia acerca da pesquisa em argumentação e ensino de ciências no Brasil e (2) sugerimos possibilidades para as contribuições desta pesquisa sob uma diferente perspectiva: a do estudo da produção de provas argumentativas ou mesmo da argumentação quando esta apenas serve à apresentação de provas empíricas, em casos exemplares. Como valioso exemplo, (3) estudamos a célebre carta de Galileu à Grã-Duquesa Cristina de Lorena na qual Galileu busca compatibilizar o sistema copernicano com o texto bíblico. Nosso estudo desta obra situa-se no âmbito da filosofia da argumentação e foca os aspectos argumentativos de útil exploração para os nossos propósitos. No tocante à nossa compreensão da argumentação, são basilares as obras Tratado da Argumentação – A Nova Retórica, de Perelman & Olbrechts-Tyteca ([1958] 2005) e Retóricas (Perelman [1989] 1999). Sugerimos, por fim, que o nosso procedimento seja mais do que um trabalho pontual e possa servir como exemplo a ser reproduzido e ensinado como contributo na formação do professor de ciências, para o que elaboramos uma proposta de material a ser utilizada em tais cursos.

Indicador: D3

LOURENÇO, Marcio Tavares. **A inserção da disciplina Filosofia no ensino médio e ensino de Física.** Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). 2010. 127 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Morgana Ligia de Farias Freire).

RESUMO: A nossa conjectura é de que o raciocínio que se estabelece nas aulas de Física não é puramente a descrição matemática da realidade, mas este é garantido através de um pensar reflexivo. É possível observar que a disciplina de Filosofia permite contemplar e refletir sobre temas que constituem a história da humanidade e que contribuem para seu processo evolutivo. São nas implicações da inserção da disciplina Filosofia e nas contribuições que esta pode fornecer que acreditamos que conteúdos de Física podem ser atrelados a disciplina de Filosofia. Considerando a importância desta inserção, objetivou-se avaliar a concepção dos professores de Física, do município de Campina Grande-PB, acerca desta inserção elabora e avaliar uma sequência didática, através da construção de material pedagógico específico, envolvendo o tema Força. No primeiro momento, fizemos a pesquisa bibliográfica. No segundo momento procuramos saber a opinião dos professores de Física no que se refere à inserção de Filosofia no Ensino Médio. No terceiro momento procuramos evidenciar a possibilidade de tal interação, com a aplicação de uma sequência didática, em que relatamos desde a elaboração de um material didático que possa nortear tais professores para as contribuições, relevantes e indissociáveis, de tais disciplinas até o procedimento metodológico. O material, embora seja simples, serviu como “ponto de partida”. Para isso tivemos um trabalho multidisciplinar, com as disciplinas de Filosofia e Física. Quanto ao segundo momento, utilizamos como coleta de dados, um questionário com 22 professores de Física. Foi verificado que a maioria acha importante a inserção da disciplina de Filosofia no Ensino Médio. Quanto ao terceiro momento, utilizamos a sequência didática, proposta pelo professor de Física, conjuntamente com a professora de Filosofia. Esta foi aplicada em uma turma, com 29 alunos, da segunda série do Ensino Médio, de uma escola da rede pública. A base norteadora foi a teoria da aprendizagem de Ausubel. Para isso foram utilizadas quatro horas-aulas, em um total de três horas. A avaliação da proposta foi realizada tomando como base duas etapas: (1) participação dos alunos com questionamentos pelas reflexões advindas do contato com o material proposto (2) aplicação de um questionário, com oito questões. Dos vinte e nove alunos, constatamos que apenas quatorze compreendeu a evolução do conceito de força ao longo dos tempos. Mesmo assim, esta proposta foi importante para que os alunos percebessem e entendessem como foi o surgimento e o desenvolvimento do conceito de Força. Ao reunir as disciplinas de Física e Filosofia, em uma intervenção, com um material simples, esperamos ter desenvolvido nos alunos um olhar crítico sobre a Ciência, em particular, a Física. Um olhar que possa evidenciar que o pensamento científico se modifica com o tempo, e que as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis. Que a inserção da disciplina de Filosofia, não seja apenas um acréscimo de mais uma disciplina, mas que esta pemita ou possa contribuir para um Ensino Médio mais adequado, sendo uma disciplina que possa atrelar ou fazer conexões com outras disciplinas.

Indicador: D4

MENEZES, Ana Maria Santos. **Teoria da relatividade geral no ensino médio: linhas retas e curvas no caminho da física, da literatura e da história e filosofia da ciência**. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2010. 53 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Andréia Guerra de Moraes).

RESUMO: Um dos objetivos do Ensino de Ciências é a investigação por parte dos alunos sobre a natureza da Ciência, de modo que os inúmeros limites e possibilidades desse conhecimento possam ser apropriadamente explorados. Compreende-se que uma abordagem histórico-filosófica para a Ciência contribui para esse objetivo. Neste sentido, o propósito deste trabalho é o de desenvolver uma análise que privilegia o caminho da Literatura e da História e Filosofia das Ciências para apresentar alguns conceitos da Teoria da Relatividade Geral, para os alunos

do Ensino Médio. Para tanto, uma pesquisa qualitativa foi realizada, com a elaboração de textos para se trabalhar a relação Ciência/ Literatura, com um olhar específico para a física.

Indicador: D5

MONTEIRO, Flaviane Alexandre. **Discutindo a ciência através dos episódios históricos: o caso dos raios X e da radioatividade**. Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). 2011. 96 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Ana Paula Bispo da Silva).

RESUMO: Pesquisas na área de Ensino de Ciências argumentam que a História e a Filosofia da Ciência (HISTÓRIA DA CIÊNCIA) podem ajudar os estudantes a entenderem como se dá o processo de aquisição do conhecimento científico. Para atingir este objetivo, o processo do conhecimento científico deve ser enfatizado ou explorado explicitamente de forma a mostrar como a ciência é uma atividade complexa. Neste sentido, controvérsias científicas apresentam muitos aspectos a serem explorados. Neste trabalho, escolhemos um episódio histórico sobre raios-X e radioatividade para ensinar os estudantes sobre o processo de aquisição do conhecimento científico. O episódio escolhido apresenta tanto uma controvérsia do ponto de vista conceitual, já que discute os problemas sobre a natureza dos raios-X, quanto sobre o processo científico, já que também discute sobre a prioridade na descoberta da radioatividade. A intervenção constou de três passos para a introdução das ideias sobre o episodio histórico e sobe a ciência: uma dinâmica que simulava o processo da ciência e duas aulas em que foram discutidos textos sobre os episódios históricos. Os resultados mostraram que a elaboração de textos sobre episódios históricos é um processo desafiador e deve ser tomado com extremo cuidado ao explicitar a ciência, caso contrário pode levar a uma distorção tanto da historia quanto da complexidade do conhecimento científico.

Indicador: D6

MORAIS, Angelita Vieira. **O conceito de energia através da história: a HISTÓRIA DA CIÊNCIA como caminho para inserir Física Moderna e Contemporânea na primeira serie do Ensino Médio**. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2011. 178 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Andréia Guerra de Moraes).

RESUMO: A defesa da introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) encontra-se presente nas pesquisas em ensino de ciências. Essas pesquisas apontam que a FMC permite trabalhar uma ciência mais atual, cujos temas remetem a artefatos ou situações mais comuns na vida dos estudantes, abarcando conhecimentos de diversas áreas. Esse panorama nos levou a escolher o tema energia para desenvolver um projeto pedagógico para a primeira série do Ensino Médio (EM). Para construir o projeto, foi desenvolvida uma pesquisa prévia com alunos de uma escola da rede federal, a fim de averiguar como esses alunos percebiam a relação entre o conceito moderno de energia e as diferentes disciplinas da grade curricular. Propôs-se analisar também, a visão que os discentes tinham sobre a ciência. Os resultados apontaram um caminho para o tratamento do tema; este deveria ser apresentado de forma a possibilitar um diálogo do conteúdo estudado em Física, com aqueles trabalhados na Química e Biologia, abordados, entretanto, através da evolução do conceito de energia. Assim, a História e Filosofia da Ciência (HISTÓRIA DA CIÊNCIA) se mostrou como uma possibilidade para tratar o conteúdo, compondo a questão central dessa pesquisa: “Reflexões histórico-filosóficas em torno às discussões de transformação e conservação, desenvolvidas ao longo da História da Ciência, podem ser um caminho para trazer ao ensino de energia, na primeira série do EM, discussões de FMC?”. A elaboração do produto, sua aplicação e análise dos dados obtidos através dos instrumentos de pesquisa compõem essa dissertação. Utilizamos como metodologia o confronto desses dados entre si e com as informações trazidas por trabalhos da área. Como resultado dessas etapas, obtivemos indicações positivas no que tange a inserção da FMC através da HISTÓRIA DA CIÊNCIA. Sendo possível também diagnosticar situações não favoráveis na estrutura do curso e propor novas estratégias para aplicações posteriores.

Indicador: D7

ALCANTARA, Marlon Cesar. **História da Ciência, Filosofia e Arte na Holanda do século XVII. Construindo um módulo para o ensino dos instrumentos óticos**. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2011. 50 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Marco Antonio Barbosa Braga).

RESUMO: Um dos grandes desafios para a educação do século XXI é tornar a escola e o próprio conhecimento escolar atrativos e dinâmicos. Podemos ver que a estrutura escolar e até mesmo a divisão e não comunicação das disciplinas tem sido uma barreira a ser rompida na construção de um modelo dinâmico de ensino. Essa divisão reflete o projeto cartesiano, o qual preconizava que o entendimento de todo complexo deveria ser feito através de suas partes mais simples. Essa divisão em que o todo se construía por meio da soma das partes, além de desmotivadora, tem levado os alunos a uma compreensão distorcida do mundo e da natureza da ciência. A linearidade do conhecimento vem sendo questionada por vários autores que defendem uma nova postura frente ao conhecer. O Pensamento Complexo, nascido na teoria da informação nos anos 1960 do século XX, foi absorvido mais recentemente pelas ciências sociais. Esse pensamento entrou nas discussões educacionais e foi apontado para a construção de um currículo não fragmentado, mas desenvolvido a partir de uma rede de conhecimentos em que a História e Filosofia da Ciência, como área multidisciplinar, pode dar uma significativa colaboração a esta construção. Este trabalho pretende descrever como uma abordagem, através de um módulo para o ensino dos instrumentos óticos com um enredo complexo, pode resultar em um ensino menos desconectado e mais motivador. A escolha do tema, sobretudo da forma com que ele deveria ser apresentado aos alunos, foi determinante para o sucesso deste trabalho. Entre os conteúdos que devem ser apresentados em sala de aula, escolhermos o século XVII, dada a sua grande diversidade de eventos históricos ligados às ciências, às artes, às conquistas territoriais e à religião. Para limitarmos um pouco nossa perspectiva de trabalho, escolhemos a região que hoje conhecemos como Holanda. Naquele período, tal região poderia ser considerada um refúgio de liberdade do pensamento europeu. Importantes pensadores do século XVII, que produziram filosofias originais como Descartes, Espinosa ou Locke, viveram nessa região a totalidade ou parte de suas vidas. Outros a visitaram constantemente, como Leibniz. O processo de compreensão da rede de conhecimentos desenvolvida na Holanda do século XVII tem um pólo dinamizador na pessoa de Constantijn Huygens. Secretário do príncipe de Orane e pai do físico Christiaan Huygens, Constatntijn era uma das maiores referências culturais da Holanda e mantinha um círculo de relações no qual trocava conhecimentos. Dentre eles, seu filho, o físico Christiaan Huygens, o microscopista Leeuwnhoek, o pintor Johannes Vemeer, o filósofo Baruch Spinoza e o filósofo franês, René Descartes. Moradores da região de Haia e, à exceção de Constantijn. Todos tiveram formação como polidores de lentes e entendiam os princípios da ótica. Dentro deste cenário, mostraremos que, além de possível, é bastante motivadora e importante a construção de módulos complexos para aplicação no ensino de ciências.

Indicador: D8

NASCIMENTO, Luciano Feitosa. **História e Natureza da Ciência: um roteiro para análise do livro didático.** Campina Grande, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). 2011. 116 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Ana Paula Bispo da Silva).

*RESUMO:*A utilização da História da Ciência no ensino de Ciências se encontra na pauta das pesquisas em Ensino há um bom tempo. Atentando-se para o fato de que a presença da história e filosofia nos livros didáticos pode contribuir para aprendizagem de conceitos e sua contextualização, os órgãos governamentais incluíram critérios em suas avaliações que abrangem esta inserção. Tais critérios estão de forma implícita nos Programas Nacionais de Livro Didático (PNLD e PNLEM), uma vez que entre os critérios de classificação está incluída a natureza do conhecimento científico. Uma das formas de se compreender a natureza do conhecimento científico é através de episódios históricos. No entanto, mesmo aqueles livros

classificados pelos instrumentos governamentais e utilizados nas instituições públicas ainda apresentam carências quanto aos aspectos históricos e filosóficos sob a perspectiva de natureza do conhecimento cientifico e sua contextualização. Para tentar avaliar de maneira mais explícita a abordagem histórica e filosofia utilizada no livro, considerando os critérios de classificação dos instrumentos governamentais, este trabalho apresenta uma proposta de roteiro de análise, que permite ao professor fazer sua própria avaliação do livro em termos de História da Ciência. Na elaboração de tal roteiro, tivemos como ponto de partida o atual panorama do ensino de física e as pesquisas nacionais e internacionais quanto à história e filosofia da ciência e sua relação com o ensino.

Indicador: D9

PEREIRA, Julien Lopes. **Controvérsia entre o modelo corpuscular e ondulatório da luz. Um caminho para o ensino da ótica do nível médio**. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2011. 58 p. Dissertação de Mestrado (orientador: Andréia Guerra de Moraes).

RESUMO: Esta dissertação pretende contribuir para o ensino de Óptica no nível médio, propondo e avaliando um projeto pedagógico construído a partir de uma abordagem histórico-filosófica. A introdução de tópicos relativos à Física Moderna e Contemporânea também constitui um dos objetivos do trabalho. Para cumprir tal tarefa, foi montado um curso e produzido um material didático exclusivo, que prioriza a controvérsia acerca da natureza da luz. O material e o curso discutem o desenvolvimento da Óptica e da controvérsia citada desde o surgimento da ciência na Antiga Grécia até a interpretação dada por Einstein ao efeito fotoelétrico. Dessa forma, o projeto discute o trabalho e a biografia de alguns dos cientistas envolvidos no processo histórico estudado, como Albert Einstein e Max Planck. Para fugir de uma abordagem factual e biográfica, discutiu-se a relação da Física com outras áreas do saber como, por exemplo, as Artes Plásticas. O curso foi ministrado em três turmas de 3ª série do Ensino Médio, sendo duas de escola pública federal e uma da rede particular. A avaliação do projeto pedagógico foi realizada a partir de anotações diárias do professor regente das turmas, de filmagens das atividades realizadas pelos alunos ao longo do curso, de depoimentos dos alunos e das respostas obtidas em um jogo de perguntas e respostas rápidas criado especificamente para o curso, que chamamos de “FisQuiz”. A avaliação do projeto aponta para a pertinência da abordagem histórico-filosófica como caminho para ultrapassar a excessiva abordagem de Óptica Geométrica da maioria dos cursos de Óptica de nível médio e, principalmente, pra a inserção de tópicos relativos à FMC.

Indicador: D10

ARCANJO FILHO, Miguel. **Demanda epistemológica no ensino de Física**. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2011. 68p. Dissertação de Mestrado (orientador: Marco Antonio Barbosa Braga).

RESUMO: O presente trabalho analisa o quanto os alunos podem influenciar seus professores a apresentar os conteúdos das disciplinas científicas, que são tradicionalmente ensinados nas escolas de Ensino Médio, de forma mais conceitual do que geralmente acontece nesse segmento. Investiga as imagens de ciência e de natureza que esses alunos trazem quando chegam a esse nível de ensino para criar um conjunto de situações, definidas como uma demanda epistemológica, que incentive esses mesmos professores a buscar subsídios na História e Filosofia da Ciência para a transição de uma prática docente essencialmente quantitativa para outra que se concentre nos conceitos que se pretende ensinar. Examina relatos de professores que foram expostos a essa demanda epistemológica potencializada por discussões que tiveram origem, por sua vez, nas aulas de Física de uma turma da primeira série do Ensino Médio.

Indicador: D11

BEZERRA, Karla Martins. **Resgatando a dimensão filosófica da Física através de um texto paradidático**. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2011. 85p. Dissertação de Mestrado (orientador: Marco Antonio Barbosa Braga).

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo discutir a maneira como a Física tem sido ensinado ao longo dos anos. Tendo em vista o ensino bastante matematizado dessa disciplina, com ênfase no aprender conteudista, em que pouca – ou nenhuma – reflexão é incentivada, o método científico, procurou-se ressaltar a importância da História e da Filosofia da Ciência no Ensino Médio, além das dificuldades para se realizar tal intento. Para isso, serviu-nos como arcabouço teórico diversos estudos de autores da área e de alguns epistemólogos. Uma vez que a legislação educacional em vigor apresenta novas propostas para o Ensino Médio, analisar os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio fez-se necessário, pois estes podem vir a se constituir como base para a implementação de uma abordagem histórico-filosófica nas salas de aula. Na tentativa de abandonar a forma compartimentalizada em que o ensino se encontra, propomos a interdisciplinaridade por esta apresentar a possibilidade de diálogos entre os saberes. Procuramos, ainda, para fins deste trabalho, criar um diálogo entre Física e Filosofia por intermédio da elaboração e aplicação do texto paradidático “Os Princípios de Conservação”. Tendo nosso estudo se realizado de forma prática em salas de aula do Ensino Médio, antes da aplicação do texto realizamos uma pesquisa com fins de investigar, dentre outras coisas, se os alunos enxergavam algum tipo de relação entre as duas disciplinas propostas. Assim, depois da leitura realizada por parte dos alunos, aplicamos um pós-teste com a intenção de verificar se a leitura do texto fez com que os alunos percebessem essa relação. Por fim, apresentamos nossas conclusões sobre o processo realizado.

Indicador: D12

GUTTMANN, Gustavo Antonio Montenegro. Investigações das concepções de alunos sobre a dualidade Infinitude x Finitude na ciência: cosmologia. Rio de Janeiro, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ). 2011. 58p. Dissertação de Mestrado (orientador: Marco Antonio Barbosa Braga).

RESUMO: Esta dissertação insere-se num projeto maior de trazer para as salas de aula questões filosóficas que permeiam a construção de teorias científicas. Nesse sentido, procurou-se inserir a dualidade infinitude x finitude através de discussões cosmológicas. Baseado no trabalho do filósofo Stephen Toulmin, onde ele defende uma evolução dos conceitos científicos, mostrou-se aos alunos a possibilidade de coexistência de teorias divergentes em torno do mesmo fenômeno. Toulmin defende que a teoria selecionada passa por crivos internos e externos a ciência para então se chegar a teoria vencedora. Foi feita uma pesquisa a partir de um teste prévio a aplicação de um paradidático onde se apresentou duas teorias contemporâneas sobre a origem do Universo. Após o trabalho em cima do paradidático foi realizado um pós teste afim de se verificar as mudanças promovidas pelo trabalho. Ao final se verificou que o percentual dos alunos que admitiam inicialmente que só pode haver uma explicação para um fenômeno diminuiu.

Apêndice I - Artigo apresentado no IX ENPEC

OS OBSTÁCULOS ENFRENTADOS EM ABORDAGENS HISTÓRICO-FILOSÓFICAS DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

OBSTACLES FACED IN HISTORICAL AND PHILOSOPHICAL OF SCIENCE APPROACHES IN SCIENCE TEACHING

Abigail Vital de Goes Monteiro

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ

abigailvital@yahoo.com.br

Andreia Guerra Moraes

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET-RJ

aguerra@tekne.pro.br

Resumo

Reconhecendo a importância da História e Filosofia da Ciência (HFC) para a educação científica, o presente trabalho tem por finalidade refletir sobre as estratégias utilizadas por professores que construíram propostas pedagógicas em que a HFC se apresentaram como eixo condutor do ensino de Física no Ensino Médio. A pesquisa qualitativa e a análise temática de conteúdos foram utilizadas para responder a seguinte questão: quais foram as estratégias didáticas utilizadas por professores que desenvolveram e implementaram práticas pedagógicas utilizando a História e a Filosofia da Ciência como eixo condutor do ensino e como tais estratégias relacionaram-se com os obstáculos enfrentados? Os resultados iniciais indicam que, apesar de fundamentarem-se nas referências atuais sobre o ensino de ciências, os professores não incorporaram ao seu trabalho estratégias didáticas inovadoras.

Palavras chave: história e filosofia da ciência, ensino de física, obstáculos.

Abstract

Recognizing the importance of History and Philosophy of Science (HPS) for science education, this paper aims to reflect on the strategies used by teachers who built pedagogical proposals in which the HPS was presented as the main driving physics teaching in high school. The qualitative research and content thematic analysis were used to answer the following question: what were the teaching strategies used by teachers who have developed and implemented pedagogical practices in which the History and Philosophy of Science were presented as the conductor axis of physics teaching in high school and how such strategies related to the obstacles faced? Initial results indicate that, although they substantiate on the current references on science education, the teachers did not incorporate to their work innovative teaching strategies.

Key words: history and philosophy of science, physics teaching, obstacles

Introdução

Uma pesquisa[13] realizada em 2010 pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em parceria com a UNESCO com o objetivo de investigar as visões e o conhecimento que os brasileiros adultos têm da Ciência revelou que apesar de mostrarem interesse pelos conhecimentos científicos, os participantes da pesquisa sabem pouco sobre eles. Mais de 80% dos entrevistados não conhecem nenhuma instituição que faz pesquisa científica no país e 87,6% não conhecem

13 Pesquisa denominada "Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil", coordenada pelo Departamento de Popularização e Difusão da C&T/SECIS/MCT e pelo Museu da Vida/COC/Fiocruz. Disponível em < http://www.museudavida.fiocruz.br/media/enquete2010.pdf> Acesso em março 2013

nenhum cientista brasileiro importante.

Os resultados acima descritos podem ser analisados sob diferentes pontos de vista. Frequentemente, estudiosos e pesquisadores da área de ensino atribuem a incipiente cultura científica da maioria da população à crise no ensino de ciências (KRASILCHIK, 1988; FOUREZ, 2003). Denunciando o déficit de sentido existente nos cursos de ciências, sugerem que os professores construam competências para promover a apropriação da cultura científica por todos os brasileiros, garantindo a compreensão da sociedade em que vivem de tal forma que possam atuar nela utilizando seus saberes e conhecimentos.

Tamanha relevância requer, dentre outras medidas, a implementação de práticas pedagógicas que garantam a eficácia do ensino. Atendendo a esse propósito, intensificou-se a partir de 1950 a difusão da educação científica e, a partir daí, várias foram as propostas de transformação do ensino apresentadas aos professores da área de ciências com o propósito de substituir o ensino transmissivo.

A necessidade de uma maior articulação entre os conteúdos curriculares e a didática das ciências fica evidente quando se constata que, apesar da profusão de propostas apresentadas aos professores, muitos ainda baseiam suas práticas numa concepção de ciência vigente no século XVII (AYRES E ANDRADE, 2010, p.12). Ainda que as perspectivas didáticas consideradas inovadoras não representem a única forma adequada de ensinar ciências, os pesquisadores indicam que o caráter instrumentalista e empiricista conferido pelos professores aos conhecimentos da Didática levam-nos 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). Em decorrência dessa desqualificação dos conhecimentos didáticos é possível observar que a prática desenvolvida no cotidiano da sala de aula não mudou por força das concepções pedagógicas presentes nas reformas curriculares (MALDANER, 2007, p. 241).

As dificuldades que os alunos demonstram quando são submetidos ao ensino dos conhecimentos científicos provém de diferentes fatores e, dentre eles, das inadequações nos métodos de ensino a que são submetidos (FOUREZ, 2003, p. 110). Sem pretender responsabilizar unicamente os docentes pelo desempenho dos seus alunos atentamos para as críticas que têm sido feitas às estratégias didáticas empregadas no ensino de ciências, dentre as quais se destaca a abordagem a-histórica, impessoal, desumanizada e distorcida da ciência (LEMKE, 2006, p.7).

A História e Filosofia da Ciência (HFC) têm sido objeto de reflexões e discussões por parte de especialistas e pesquisadores da área (ZANETIC, 1989; SOLOMON et al., 1992; GIL PÉREZ, 1992; MATTHEWS, 1994; MARTINS, 2005). As experiências relatadas sobre a integração da HFC ao ensino de ciências consideram adequada a abordagem contextual, tendência que incorpora o contexto filosófico, histórico, social e cultural na discussão acerca da produção do conhecimento científico ao longo da história (TEIXEIRA et al., 2009). Essa abordagem evita que os estudantes vejam a ciência como verdade absoluta e é considerada uma questão central na educação científica. .

A despeito dos argumentos favoráveis, o uso didático da HFC esbarra, segundo pesquisadores da área, em obstáculos como a falta de materiais instrucionais adequados sobre a história da ciência e a formação de professores (FORATO et al., 2011; PAIXÃO & CACHAPUZ, 2003).

Todas as considerações anteriores aliadas ao fato de que os professores são os autores privilegiados nos processos educacionais e "[...] possuem saberes específicos que são mobilizados, utilizados e produzidos por eles no âmbito de suas tarefas cotidianas" (TARDIF, 2006, p.228), levaram à construção de uma pesquisa que tem por objetivo construir subsídios para reflexões em torno aos obstáculos relativos à HFC e ensino. A referida pesquisa pretende discutir o trabalho de professores que construíram propostas pedagógicas incorporando a HFC ao ensino dos conteúdos escolares. Procuraremos, então, responder a questão: quais foram as estratégias didáticas utilizadas por professores de Física que desenvolveram e implementaram práticas pedagógicas em que a HFC constitui-se no eixo condutor e como tais estratégias relacionam-se com os obstáculos enfrentados no desenvolvimento dessas práticas?

Metodologia

Para responder à questão central dessa pesquisa, optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa, uma vez que a mesma possibilita privilegiar a perspectiva dos sujeitos investigados ao desenvolverem suas estratégias didáticas (BOGDAN & BIKLEN, 1994). Na análise dos dados foi utilizada a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (1988).

Para delimitar o objeto analisado, selecionamos professores que haviam desenvolvido, pelo menos, uma prática pedagógica a partir de uma abordagem histórico-filosófica. Efetuamos a seleção no grupo de egressos de cursos de Mestrado Profissional (MP) em Ensino de Ciências. Essa escolha ocorreu porque o MP é uma modalidade de pós-graduação no Brasil que exige a construção de um produto didático a ser analisado ao longo do curso. A primeira etapa da pesquisa mostrou que quatro instituições brasileiras com cursos de MP em ensino de ciências possuem linha de pesquisa específica em HFC e ensino: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca do Rio de Janeiro (CEFET-RJ).

Escolhemos para nossa análise o período entre 2010 e 2011, visto que a UEPB teve sua primeira turma de MP ingressando no ano de 2008. Dentro desse recorte temporal, foram identificadas nessas instituições doze dissertações na área de ensino formal de Física com enfoque histórico-filosófico, nas quais os professores explicitaram a incorporação da HFC em situações didáticas específicas. A leitura das dissertações resultou na identificação de quatro temáticas que permitiram a interpretação das questões mais importantes para a consecução dos objetivos da investigação (BARDIN, 1988).

Conscientes de não estarmos desenvolvendo um estudo definitivo sobre o tema, o número de dissertações definido para a presente análise não impediu a formulação de considerações capazes de gerar respostas à questão central dessa pesquisa. A análise incidiu sobre os aportes teóricos e as estratégias didáticas utilizadas pelos professores, bem como sobre os resultados obtidos junto aos alunos após a aplicação das atividades descritas nesses documentos.

Resultados

Sem o propósito de apontar insuficiências metodológicas nos trabalhos investigados, apresentamos os dados coletados nas tabelas descritas a seguir. Como nosso olhar estava direcionado às estratégias didáticas usadas e não aos conteúdos e recortes de HFC, optamos por não identificar as dissertações e seus autores, mantendo, assim, o anonimato dos sujeitos analisados. As doze dissertações estão identificadas por letras para facilitar a visualização da incidência dos dados em cada uma delas. A análise das dissertações foi realizada a partir de quatro temáticas:

1 - Estratégias didáticas utilizadas com o objetivo explícito de trabalhar conteúdos científicos com base na HFC;

Instrumentos didáticos	Dissertações
Construção de experimentos históricos	D10
Leitura de textos que abordam episódios históricos	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D10, D11, D12
Questionário sobre os textos	D1, D3, D4, D5, D6, D7
Júri simulado de teses históricas opostas	D1
Apresentações de slides, vídeos e animações sobre episódios históricos	D7, D10

Tabela 1: Instrumentos didáticos utilizados para a abordagem histórica dos conteúdos

Os professores elaboraram, aplicaram e avaliaram produtos educacionais que continham mais

de um instrumento didático. A predominância dos textos demonstra a importância que os professores atribuíram à leitura como instrumento para a aquisição de conhecimentos. Descritivos e expositivos, os textos requereram dos alunos um conhecimento textual que possibilitasse a compreensão das discussões apresentadas. Observou-se nas propostas a crença numa leitura parafrástica, na qual cabe ao aluno descobrir no texto um único sentido, já dado pelo autor, que lhe permite responder a questões propostas ao final da leitura, como é possível observar nos excertos transcritos a seguir:

D1: "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".

D3: "A abordagem do tema Força foi feita inicialmente por meio de um texto […]. 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 todas elas para que fosse compreendido o objetivo de cada uma. O questionário foi composto de 8 (oito) questões interpretativas [...]".

D4: "*Quatro textos foram elaborados, tendo como referência um conto da Literatura brasileira ou poema de Literatura de cordel e citações de clássicos da Física, como os de Galileu. Quanto aos conceitos físicos, o início foi o Princípio* da *Relatividade de Galileu, com a equivalência de movimento uniforme e repouso e as descrições relativas do movimento. Depois, a obra de Kepler e de outros não menos importantes como "os gigantes" de Newton foram o tema do segundo texto. No terceiro, as obras científicas de Newton são abordadas, com atenção especial à Lei da Gravitação Universal, a força à distância, o espaço absoluto e às forças fictícias. O objetivo final, no último texto foi chegar à equivalência proposta por Einstein de inércia e gravidade e, também, à gravidade como curvatura do espaço, na presença da matéria. Num dia previamente marcado, os alunos apresentavam suas dúvidas sobre o texto e, em seguida, respondiam, em grupo, as questões propostas."*

2 - Estratégias didáticas utilizadas com o objetivo explícito de promover reflexões sobre a Natureza da Ciência (NdC):

Estratégias	Número de dissertações
Debate/Discussões	D1, D4, D7
Questionário	D1, D3, D4, D5, D6, D7
Leitura de Texto histórico	D1, D3, D4,D5, D6, D7
Júri simulado de teses históricas opostas	D1
Leitura de Texto literário	D4
Pesquisa extraclasse	D6
Apresentações de slides, vídeos e animações sobre episódios históricos	D7, D10
Jogo	D5

Tabela 2: Estratégias utilizadas para a abordagem dos aspectos referentes à Natureza da Ciência

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 foram conduzidos pelos professores a partir de questões orais e escritas entregues aos alunos após leitura do texto e exibição dos vídeos.

D1: "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, qo que lhe dará uma melhor fundamentação filosófica ou, ate mesmo, uma reação menos dogmática frente a crendices."

D4: "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"..

O júri simulado foi utilizado com o objetivo de promover o debate sobre as questões controversas e temas polêmicos da história da ciência. No decorrer da atividade, os alunos foram organizados em grupos de debatedores e, através de réplicas e tréplicas, utilizaram diferentes argumentos sobre a questão em debate.

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

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.

D7: [...] a atividade permitiu abordar questões sobre o conteúdo, além de instigar os alunos a pensarem sobre como relacionar os diversos assuntos.

D10: "O vídeo, apesar de ser explicativo, se tornou mais eficiente na função de fazer o primeiro contato dos alunos com o fenômeno em questão".

3 - Articulação entre as estratégias utilizadas pelos professores e os resultados obtidos.

Estratégias utilizadas	Resultados obtidos	Dissertações
Demonstrações e experimentos	Os alunos demonstram interesse, mas encontraram algumas dificuldades durante o processo de execução do experimento.	D8, D10
Leitura de textos	Os alunos encontraram dificuldades na leitura	D1, D3, D5, D7, D10, D12
Júri simulado	Foram explicitadas as diferentes visões que os alunos têm sobre a ciência:	D1
Apresentações de slides, vídeos e animações	Foram observadas algumas modificações no que tange à visão dos alunos sobre a construção do conhecimento científico.	D7, D8, D10
Debates e discussões	Os professores sentiram necessidade de transmitir informações desconhecidas pelos alunos	D1, D3, D4, D5, D7, D8, D10,D11
Questionários	Não foram observados os resultados esperados em virtude das dificuldades apresentadas pelos alunos:	D1, D3, D4, D5, D6, D7, D10,D12
Jogos	Despertaram o interesse dos alunos para as discussões travadas em sala:	D5, D7

Tabela 3: Relação entre as estratégias utilizadas e os resultados obtidos

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

D3: "[...] 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".

D5: "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".

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.

D7: "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 a NdC para a sala de aula".

4- Articulação entre as fontes teóricas e as estratégias utilizadas. Investigou-se a presença ou não, nas sequências didáticas, das concepções defendidas pelos pesquisadores citados nas dissertações.

Ao analisarmos as articulações entre as fontes teóricas e as estratégias utilizadas, pode-se constatar que a fundamentação teórica foi construída com o intuito de justificar o uso de HFC no ensino. Dentre os vários estudos citados, destaca-se o trabalho de Matthews (1995), referenciado em todas as dissertações. Calcada nas ideias desse autor, a abordagem dos conteúdos de Física, contextualizados pela HFC, foi implementada com o objetivo de humanizar a ciência, evidenciando sua dimensão coletiva e social.

Considerações finais

Apresentamos neste trabalho os resultados de uma revisão preliminar sobre as estratégias utilizadas e os obstáculos enfrentados por professores que desenvolveram e implementaram práticas pedagógicas em que a HFC constitui-se no eixo condutor do ensino de Física. A partir das dissertações analisadas é possível inferir que, apesar de fundamentarem-se nas referências atuais sobre o ensino de ciências, os professores não incorporaram ao seu trabalho estratégias didáticas inovadoras. Mesmo aqueles que utilizaram simulações e experimentos históricos acabaram por concentrar seus trabalhos em leituras de textos e resolução de questionários sobre os mesmos.

As discussões e debates descritos nas dissertações foram realizados com a finalidade de diagnosticar, consolidar e/ou modificar as visões e pontos de vista dos alunos em relação à ciência e aos conteúdos científicos. A participação dos alunos nessas atividades não foi considerada satisfatória pelos professores e podemos inferir que dentre as razões que determinaram esse resultado, encontra-se a mediação feita pelos professores. Eles conduziram os debates lançando questões aos alunos, que pressupunham uma única resposta. Assim, os argumentos e os contra-argumentos apresentados pelos alunos deveriam partir da apropriação, por parte dos mesmos, de informações sobre o tema discutido. Nesse sentido, os debates não se pautavam na diversidade de pontos de vista.

O uso de textos históricos e de discussões e debates sobre episódios históricos, bem como os demais instrumentos relacionados nas tabelas 1 e 2, não são determinantes na aprendizagem, pois são apenas meios didáticos que, dependendo da mediação do professor, podem ou não potencializar a aquisição de competências e habilidades desejadas (SALOMON, 2000). A necessária articulação entre os saberes das disciplinas científicas com a didática não prescinde da organização de ambientes e contextos de aprendizagem que privilegiem a ação e a interação dos alunos com o novo conhecimento. Os obstáculos relacionados com a leitura remetem à importância de se oferecer aos alunos estratégias que lhes permitam uma ação pessoal sobre o texto e possibilite-lhes elaborar perguntas, respostas e comentários, para que possam assim compreender o que leem e assumir posicionamento crítico em relação às informações obtidas.

Os aspectos relativos às metodologias de ensino de ciências tanto quanto a articulação entre o conhecimento científico e a didática mostram-se como obstáculos significativos na prática desses docentes. Os professores, valendo-se do saber profissional adquirido ao longo de suas carreiras, utilizaram práticas fundamentadas na experiência e na vivência com seus pares (TARDIF, 2006). Uma abordagem didática que se aproprie das pesquisas recentes na área e, não apenas as utilize como justificativa para o trabalho didático numa abordagem histórico-filosófica, mas possibilite uma participação mais ativa dos alunos, certamente poderá enriquecer esse saber profissional e auxiliar os professores a enfrentarem os obstáculos aqui relatados.

Referências

AYRES, A. C., ANDRADE, M. **Didática no ensino de Ciências: como as concepções de ciências influenciam as práticas pedagógicas?** In: Reunião Anual da Anped. 33a Caxambu, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1988.

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PEREZ, D.; CARRASCOSA, J.; MARTINEZ-TERRADES, I. **A emergência da didáctica das Ciências como campo específico de conhecimento**. In. Revista Portuguesa de Educação, 2001, v.14, n.1, p.155-195.

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.

FOUREZ, G. **Crise no ensino de ciências?** Investigações em Ensino de Ciências – V8(2), pp. 109-123, 2003.

GIL PEREZ, D. **Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación**. In Enseñanza de las Ciencias, nº. 11 (2), Madrid, 1992.

KRASILCHIK, M. **Ensino de ciências e a formação do cidadão**. Em Aberto, Brasília, ano 7, n. 40, out./dez. 1988.

LEMKE, J. L. **Investigar para el futuro de la educacion cientifica: Nuevas formas de aprender. Nuevas formas de vivir**. Ensenanza de Las Ciencias, v.24, n.1, 5-12, 2006.

MALDANER, O. A. Situações de estudo no Ensino Médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (Org.). **Pesquisa em ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. Escrituras: São Paulo, p. 237-253, 2007.

MARTINS, L. A. P. **História da ciência: objetos, métodos e problemas**. Ciência & Educação, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MATTHEWS, M. R. (1995). **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.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. F. **Mudanças na prática de ensino da Química pela formação dos professores em História e Filosofia das Ciências**. Química Nova na Escola, n. 18, p. 31-36, 2003.

SALOMON, G. **It's not just the tool, but the educational rationale that counts**. Comunicação apresentada na Ed-Media Meeting, Montreal, 2000.

SOLOMON, J.; DUVEEN, J., MCCARTHY, S., SCOT, L. **Teaching about the Nature of Science through History: Action Research in the Classroom**. In Journal of Research in Science Teaching, vol. 29, nº. 4, 1992.

TARDIF. M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2006, 6 ed.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. N. **A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física**. Ciência & Educação, vol.15, n.3, pp. 529-556, 2009.

ZANETIC, João. **Física também é cultura**. Tese de Doutoramento, FEUSP, 1989.

Apêndice II - Artigo aceito no Caderno Brasileiro de Ensino de Física

A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS ELABORADAS POR PROFESSORES EGRESSOS DO MESTRADO PROFISSIONAL[14]

The nature of science in physical education: teaching strategies developed by physics teacher

Abigail Vital [abigailvital@yahoo.com.br]
CENTRO UNIVERSITÁRIO GERALDO DI BIASE
Rua Humberto Martuscello, 36 – Barra do Piraí –RJ -27123-160

Andreia Guerra [aguerra@tekne.pro.br]
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLOGICA CELSO S. DA FONSECA
Av. Maracanã, 229- Maracanã- Rio de Janeiro – RJ – 20271-110

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.

PALAVRAS-CHAVE: Natureza da Ciência, estratégias didáticas, visões da ciência.

ABSTRACT

This paper discuss the results of a study on the strategies used by egresses teachers of the Professional Master 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.

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).

[14] Seção da Revista: História e Filosofia da Ciência

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 Estudantes[15] (PISA), um estudo internacional que tem a finalidade de avaliar a capacidade que os alunos com 15 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 desenvolverem 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 onde 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.

---

15 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).

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 produzem 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 num trabalho escolar onde 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.

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 a 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 cientifico, 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 discutir sa 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, num 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. Na medida em 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 na medida em 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.

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. Num 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 considerações 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 elaborarem, 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 partir 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 a seguir são também identificados os autores, as instituições e os temas das dissertações analisadas.

ANO 2010				
	INSTITUIÇÃO	**AUTOR**	**TEMA**	**CONTEXTO DE APLICAÇÃO**
D1	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)
D2	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.
D3	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.
D4	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 1: Dissertações do ano de 2010

ANO 2011				
	INSTITUIÇÃO	**AUTOR**	**TEMA**	**CONTEXTO DE APLICAÇÃO**
D5	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).
D6	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.
D7	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.
D8	UEPB	NASCIMENTO, 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.
D9	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.
D10	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.

D11	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.
D12	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 2: Dissertações do ano de 2011

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.

Categoria A: Objetivos propostos para a abordagem da NdC no ensino de Física	- 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 dissertações	Textos históricos Questionários Experimentos Júri simulado Vídeos Jogos Aula expositiva
Categoria D: Dificuldades e obstáculos	- Dificuldade de leitura dos textos - Reação a inovações didáticas - Escassez de fontes de consulta - Inadequação do tempo didático

Tabela 3: Categorias e subcategorias resultantes da análise das dissertações

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).

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

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
Decrição geral sem algo específico: Promover visão adequada da ciência	D2, D5, D8, D9, D10, D11, D12

Tabela 4: - Objetivos propostos para a inserção da NdC no ensino de física

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 alunos 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).

CATEGORIA B - DIÁLOGO ENTRE REFERENCIAL TEÓRICO E ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS UTILIZADAS

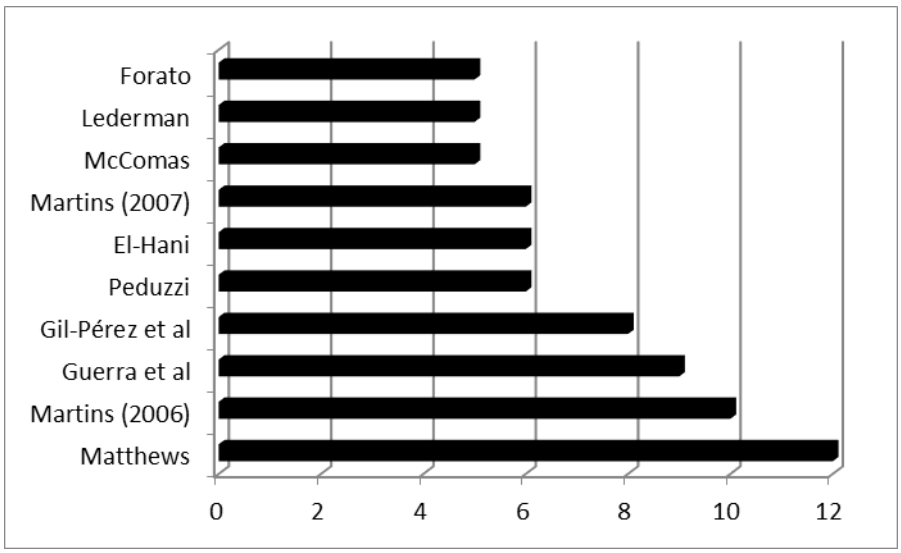


Figura 1: Autores mais referenciados nas dissertações

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.

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) dissertações[16]. O trabalho dos pesquisadores Guerra, Braga e Reis (2002, 2004, 2007, 2009, 2010), que desenvolvem pesquisas e divulgam práticas contextualizadas sobre abordagens histórico-filosóficas no ensino, embasou 8 (oito) trabalhos[17]. A necessidade da discussão acerca das visões distorcidas sobre a ciência foi abordada em 8 (oito) dissertações[18] 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) dissertações[19] com base nos estudos de El-Hani (2006) , da mesma forma que os artigos de Peduzzi (2001)[20] e Martins (2007)[21] 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) dissertações[22] tal qual as propostas apresentadas por Forato (2009)[23] 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).[24]

CATEGORIA C - ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS UTILIZADAS, RESULTADOS OBTIDOS E OBSTÁCULOS ENCONTRADOS 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;

16 D1, D3, D4, D5, D6, D8, D9, D10, D11
17 D1, D4, D6, D7, D9, D10, D11, D12
18 D1, D2, D3, D5, D8, D9, D10, D11
19 D1, D2, D3, D5, D8, D11
20 D1, D3, D4, D8, D10, D11
21 D1, D3, D8, D9, D10, D11
22 D3, D4, D5, D8, D12
23 D1, D5, D6, D8, D11
24 D1, D3, D5, D8, D9

	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)
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, cartazes	Alunos demonstraram interesse (D5, p.56; D3, p.76)
Jogos	Despertaram o interesse dos alunos (D6, p.28)

Tabela 5: Estratégias didáticas utilizadas e resultados obtidos 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, cartazes	Não foram relatados
Jogos	Causaram dispersão (D6, p.115)

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

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, consequentemente, 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 sequências 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 todas 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 enfocado, 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 crendices" (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 tréplicas, 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 a NdC para a sala de aula” (D6, p.117)

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 propostas 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 sociamente 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. **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2012.

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 didáctica 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. AND OSBORNE, J. F. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms'. **Science Education**, v. 84 (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, 2009.

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 Re-vista**, 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. (Editors) **Connecting Research in Physics Education with Teacher Education,** v. 2, 2008.

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**. Palgrave Macmillam, New York, p. 175-188, 2006.

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. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória. XVIII SNEF. São Paulo: SBF, v. 1, 2009.

_____. 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. 1485-1503, 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, Fernando. Como os docentes aprendem. **Pátio Revista Pedagógica.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, n. 0, p. 9-13, 1997.

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

HOTTECKE. D. E 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**. Trad. 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, p. 831-879, 2007.

_____. 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. **Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, San Francisco, California, 1995.

_____. 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. **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, 2008.

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. **Metodologia de La investigation 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. V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIO-SUL). **IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education** (ICASE), 18 a 21 de setembro de 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**, 2001. v. 19 (2), p. 217-229.

POZO, J. I., CRESPO, M. A. G. **Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico.** 5ed. 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, 2007. 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: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física** – SP, Águas de Lindoia, 2010.

SOLBES, J. e TRAVER, M. Resultados Obtenidos Introduciendo Historia de la Ciencia en lãs 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**. Tesis de doctorado. Universidad de Barcelona, Facultad de Formación del Profesorado, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática, 2009.

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, 1990.

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.