UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS (PPGEFHC)

Eider de Souza Silva

UMA ANÁLISE DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA ORIENTADAS POR ABORDAGENS HISTÓRICO-FILOSÓFICAS

Salvador
2014

EIDER DE SOUZA SILVA

UMA ANÁLISE DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA ORIENTADAS POR ABORDAGENS HISTÓRICO-FILOSÓFICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ensino, Filosofia e Historia das Ciências.

Orientador: Elder Sales Teixeira (UEFS)

Co-orientadora: Maria Cristina Penido (IF/UFBA)

Salvador
2014

Eider de Souza Silva

UMA ANÁLISE DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA ORIENTADAS POR ABORDAGENS HISTÓRICO-FILOSÓFICAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Salvador, 22 de Dezembro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Drº. Elder Sales Teixeira_____
Doutor em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana
Universidade Estadual de Feira de Santana – Orientador

Prof. Drª. Maria Cristina Penido_____
Doutora em Educação, USP.
Universidade Federal da Bahia – Co-orientadora

Prof. Drº. Aurino Ribeiro Filho_____
Doutor em Física, University of Essex
Universidade Federal da Bahia

Prof. Drª. Katemari Rosa_____
Doutora em Educação em ciências, Columbia University
Universidade Federal de Campina Grande

Salvador
2014

AGRADECIMENTOS

A realização do mestrado é um processo de muita luta e sacrifício, alcançado com a contribuição de pessoas imprescindíveis. Por isso, e por inúmeros outros motivos, que palavras me faltam para expressar, dedico esse momento àqueles que diretamente fizeram parte da concretização desse trabalho:

- Mãe, a senhora é a fonte de inspiração de todos os meus sonhos, agradeço a Deus por ser seu filho, compartilho essa vitória com você.

- O que seria de mim sem você, Lizandra? Alicerce, inspiração, amiga, amante, mulher, lhe agradeço pela força e confiança ao longo de todos esses anos, conseguimos!!!! TE AMO.

- Aos meus irmãos, Deise e Noan, agradeço pelo carinho e atenção ao longo da vida, que foi dura e não menos divertida.

- Pai, entre idas e vindas estamos aqui, obrigado pelo carinho e por ser um belo exemplo de ser humano.

- Malu (FILHOTA), a minha amiga fiel, eu, você e Lizandra estamos juntos há oito anos, enfrentamos a graduação, o concurso e o mestrado. Não sei quantos anos um gato vive, mas tenho o sonho de te apresentar aos meus filhos.

- Família Moniz (Dona Eliana, Sr. Lourival, Lane, Dil, Val, Iza, Frida e agregados), obrigado por tudo, nos momentos difíceis vocês se tornaram minha família, carrego todos vocês no fundo do meu coração.

- Minha querida sogra pelo amor, carinho e, principalmente, pelas comidas maravilhosas que sempre esteve disposta a fazer para mim.

- Aos colegas do NEPDEC (Alan, Everson, Jancarlos, Marlene, Danilo, Coronel, Ricardo, Cleber, etc.), minha gratidão e respeito pela recepção e ajuda nesses anos de convivência, vocês foram fundamentais nesse processo. Em especial, agradeço ao Coronel e a Ricardo pela oportunidade de aprendizagem (vocês são verdadeiros mestres) e por terem me apresentado a Maria Cristina, uma mulher fantástica que

acreditou em mim e me ensinou a ser um pesquisador aspirante. Cleber, parceiro de resenhas e de diversos momentos de aprendizagem, conseguimos!!.

- Tenho a sorte e honra de ter como orientador Elder Sales Teixeira, você aceitou o desafio de me orientar e com muita competência e dedicação foi fundamental para a realização deste trabalho. Serei eternamente grato pela oportunidade de conviver e aprender com você.

- Aos parentes pela força e por acreditarem no meu trabalho, especialmente a tia Gildete e Valdecira pela preocupação constante e por nunca se esquecerem do meu aniversário.

- Tiozão o senhor é um exemplo de ser humano. Sou seu fã, obrigado pela atenção, amor e carinho, o senhor é o meu herói. TE AMO!!!

- Aos funcionários (professores, técnicos, terceirizados) da UFBA e da UEFS pela receptividade, em especial a Priscila e a Geraldo.

- Aos colegas de turma pela convivência nos momentos de stress e das resenhas (claro!!)

- Aos amigos (Bosta, Osvaldão, Val, Fábio Carvalho, Tanaka, Lucca, Flaviane) um abraço especial, vocês são inspiração para minha caminhada.

- A Fábio Reis, Marcia Reis, Lu e Diógenes pela força, apoio e torcida ao longo desta caminhada.

- Sobrinhos queridos (Helloisa, Lorena, Vitor, Aninha, Inaê, Bela), amo vocês, sem o sorriso de cada um de vocês os caminhos trilhados até aqui seriam tristes.

- Rose, Yuji, Glênon, Renata, Tiago, João, Pedro e Bel com o carinho de vocês finalizar esse trabalho ficou fácil. Minha gratidão pela oportunidade de fazer parte da vida de vocês.

- Sérgio Boss pelas palavras de carinho e incentivo.

- João Rocha e Elizete da Silva vocês são pessoas especiais em minha vida, conviver com vocês é maravilhoso.

Por fim, gostaria de dedicar esse trabalho, em especial, aos meninos e meninas do subúrbio ferroviário de Salvador.

RESUMO

A discussão sobre a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de ciências, em especial no Ensino de Física, ganhou uma atenção especial por parte dos especialistas em ensino de ciências nas últimas décadas. Nesse sentido, a abordagem histórico-filosófica tem sido apontada como uma estratégia capaz de tornar as aulas de ciências mais desafiadoras, formar professores críticos, facilitar a compreensão de conceitos científicos, etc.. Entretanto, integrar as exigências da HFC ao Ensino de Física não é tarefa fácil, apesar do número de trabalhos empíricos que apresentam a utilização da HFC no Ensino de Física ter crescido nos últimos anos. Nesse contexto, a presente pesquisa possui o objetivo de analisar as estratégias de transposição didática adotadas pelos autores de teses e dissertações brasileiras, ao elaborarem propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas para ensinar Gravitação Universal de Newton, no intuito de melhorar as visões dos estudantes sobre Natureza da Ciência. A busca de propostas didáticas se deu através da utilização de palavras-chaves em bancos de teses e dissertações dos programas de pós-graduação especializados em ensino de ciências, de centros universitários e, principalmente, de sistemas públicos de busca. Os critérios de análise foram elaborados a partir dos referenciais teóricos de Chevallard (1991) e Forato (2009a). Os resultados evidenciam que os textos de abordagens históricas, que compõem as propostas didáticas, contribuem para evidenciar as concepções sobre natureza da ciência selecionadas pelos seus autores das propostas.

Palavras-chaves: Ensino de Física, abordagem histórico-filosófica, transposição didática.

ABSTRACT

The discussion about the use of history and Science philosophy in science education, particularly in Physics Teaching, won a special attention from experts in science education in recent decades. In this sense, historical-philosophical approach has been suggested as a strategy to make lessons more challenging sciences, form critical teachers, facilitate the understanding of scientific concepts, etc .. However , integrating the requirements of the HSP to Physics Teaching not easy task, despite the number of empirical studies show that the inclusion of HSP in Physics Teaching has grown in recent years. In this context, the present research has the objective to analyze the strategies of didactic transposition adopted by the Brazilians authors of theses and dissertations, to develop proposals to teaching physics oriented historical-philosophical approaches to teach Newton's Universal Gravitation, in order to improve the views of students about Nature of Science. The search of didactic proposals was made through the use of keywords in databases of theses and dissertations of specialized graduate programs in science education, universities, and especially of public search system. The analysis criteria were developed from the theoretical framework of Chevallard (1991) and Forato (2009a). The results show that the texts of historical approaches, which make up the educational proposals, contribute to emphasize the conceptions about the nature of science selected by their authors.

KEYWORDS: Physics teaching, historical-philosophical approach, didactic transposition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Níveis que constituem a transposição didática 41

Figura 2 - Panorama das publicações na área da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciência, ao longo das décadas (TEIXEIRA et al., 2012b) 74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conhecer a matéria ensinada 26

Tabela 2 – Obstáculos Estruturais (FORATO, 2009, p. 98/119) 51

Tabela 3 – Critérios de análise 65

Tabela 4 - Propostas didáticas selecionadas 70

Tabela 5 – Caracterização geral das propostas didáticas 76

Tabela 6 – Síntese das atividades que compõem a proposta didática E 104

Tabela 7 – Síntese dos encontros e textos que compõem a 1ª unidade da proposta didática Q 116

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição por década, do número de propostas selecionadas 71

Gráfico 2 – Distribuição por assunto, das propostas didáticas selecionadas 82

Gráfico 3 – Distribuição dos objetivos pedagógicos almejados pelas propostas didáticas selecionadas 84

Gráfico 4 – Distribuição dos tipos de fontes de textos, das propostas didáticas selecionadas 87

Gráfico 5 – Distribuição por tempo de intervenção, das propostas didáticas selecionadas 90

Gráfico 6 – Distribuição por nível de ensino, das propostas didáticas selecionadas 92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

GU – Gravitação Universal

HC – História da Ciência

HFC – Historia e Filosofia da Ciência

IFBA – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia

IHPST – International History, Philosophy and Science Teaching Group

OC – Obstáculo estrutural contornável

OS – Obstáculo estrutural superável

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana

UFBA – Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 15
O interesse pela temática 15
Uma síntese sobre a temática 17
CAPÍTULO 1. DESAFIOS REFERENTES À UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA NO ENSINO DE FÍSICA. 24
1.1. A abordagem histórico-filosófica nos cursos de formação de professores 25
1.2. Material didático sobre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física 29
1.3. Produção de materiais didáticos sobre a História e Filosofia da Ciência e o ensino de ciências 31
1.4. Propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas 33
CAPÍTULO 2. DO SABER SÁBIO AO SABER ENSINADO: O PROCESSO DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA PARA O ENSINO DE FÍSICA 37
2.1. Compreendendo o conceito de transposição de didática 38
2.2. Transposição didática: seus níveis e características 40
2.3. O processo de transformação de um saber dentro da perspectiva histórico-filosófica para o Ensino de Física 48
CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS 60
3.1. Coleta de dados 61
3.2. Critérios de análise 63
CAPÍTULO 4.0. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS 69
4.1. Caracterização Geral das Propostas Didáticas de Física Orientadas por Abordagens Histórico-filosóficas 69
4.1.1. Temática/Conteúdo Histórico Abordado 82
4.1.2. Objetivos pedagógicos 84
4.1.3. Fonte dos textos utilizados 86
4.1.4. Tempo de intervenção 89
4.1.5. Nível de ensino 92
4.1.6. Estratégias de ensino 93
4.2. Análise das propostas 95
4.2.1. Aspectos epistemológicos 96
4.2.2. Aspectos históricos enfatizados 102
4.2.2.1. Aspectos históricos enfatizados na proposta E 103

4.2.2.2. Aspectos históricos enfatizados na proposta Q 114
4.2.3. Nível de aprofundamento dos aspectos históricos 121
4.2.4 Fontes utilizadas 124
CONCLUSÕES 131
REFERÊNCIAS 136
ANEXOS 146
ANEXO A – Lista das propostas didáticas selecionadas. 147

INTRODUÇÃO

O interesse pela temática

Inicialmente, procuro apresentar minha trajetória acadêmica, expondo os motivos das escolhas até aqui realizadas, pois, isso possibilitará compreender os contornos e rumos deste trabalho, afinal de contas, só pesquisamos aquilo que de alguma maneira nos intriga. Ao final desse primeiro momento, realizo uma introdução sobre a utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências, a fim de apresentar o problema de pesquisa.

O caminho percorrido para ingressar no ensino superior, e posteriormente na pesquisa sobre o ensino de ciências, advém do forte incentivo dado por minha mãe ao longo de toda a minha vida estudantil, que sempre procurou orientar seus filhos acerca importância do estudo. Incentivado pela história de minha mãe, saí de Salvador em 2004 para cursar Licenciatura em Física na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), no interior da Bahia.

Minha vida escolar foi construída em escolas públicas na cidade de Salvador e por incentivo de professores, em especial o de matemática Ricardo Cem, que despertaram em mim o interesse pelo magistério como forma de exercer na sociedade um papel na formação e desenvolvimento de outros sujeitos. A maneira fácil de relacionar os conteúdos programáticos ministrados com as situações vivenciadas por nós estudantes e o compromisso enquanto educador formam as bases da grande admiração que possuo por Ricardo Cem e são características que fazem parte da minha trajetória enquanto professor.

O interesse, enquanto professor/pesquisador, pela abordagem histórico-filosófica esteve presente desde o meu primeiro contato com a vida acadêmica. No primeiro semestre do curso de Licenciatura em Física na UEFS, fui aluno da disciplina de Fundamentos de Física I, ministrada pelo professor Elder Sales Teixeira que hoje orienta esse trabalho de mestrado. Fundamentos de Física I é uma disciplina de física cujo objetivo é proporcionar aos discentes conhecimentos sobre

conceitos da Mecânica Clássica, especificamente sobre as leis dos movimentos e sua conservação, a partir da utilização da História e da Filosofia da Ciência (HFC).

Meu interesse em ingressar na pesquisa parte da concepção de que qualquer profissional que tenha feito à opção de seguir a carreira acadêmica necessita ter o contato com este universo, enquanto processo de investigação. A motivação pela pesquisa ocorreu pelo contato direto com os profissionais que convivi durante minha passagem pela UEFS, que se preocupavam em realizar atividades capazes, entre outras coisas, de aproximar a universidade da comunidade. Todavia, as aulas de Fundamentos de Física I e II, ministradas pelo professor Elder Sales Teixeira utilizando a abordagem histórico-filosófica como estratégia de ensino, mostrou-me o quanto a HFC pode, em conjunto com outras estratégias, contribuir para enriquecer o Ensino de Física.

Compreender a importância da HFC como uma abordagem capaz de melhorar o Ensino de Física levou-me a introduzir, a partir dos primeiros contatos profissionais como professor, já no segundo ano de curso, apesar da falta de experiência, a abordagem histórico-filosófica como fio norteador do processo de ensino e aprendizagem em física. Questionamentos sobre a utilização desta abordagem começavam a surgir o principal estava em compreender como utilizar o conhecimento histórico nas aulas de física sem incorrer em erros metodológicos e conceituais.

Em 2011, certo de realizar uma formação continuada em Ensino de Física, optei por não lecionar em instituições privadas de ensino e assumi o cargo de professor substituto no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Camaçari, com o objetivo de me dedicar para o processo seletivo do programa de pós-graduação, bem como às atividades de pesquisa e às aulas de inglês. Convicto da decisão de tornar-me um professor/pesquisador, iniciei minha participação no grupo de pesquisa NEPDC (Núcleo de Estudos e Preparação Docente em Ciências) na UFBA, onde estou até hoje, compartilhando com outros pesquisadores, inquietações sobre a pesquisa que culminou no trabalho de mestrado.

Enquanto professor de física e aluno do Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, minha angústia focou na questão de entender como os autores de materiais didáticos enfrentam o desafio de transformar os conhecimentos da HFC para serem utilizados no Ensino de Física. O interesse em compreender o processo de transformação da HFC a fim de ser utilizada no ambiente de ensino contribuiu para a discussão que envolve a utilização dessa abordagem nas aulas de física e, consequentemente, para o aumento de intervenções empíricas da HFC no Ensino de Física.

Uma síntese sobre a temática

A História e Filosofia da Ciência enquanto elemento capaz de melhorar a compreensão das concepções e métodos científicos, e humanizar a ciência, tornando-a mais interessante para os estudantes (MATTHEWS, 1995; PEDUZZI, 2001), tem sido alvo de estudos por especialistas na área de ensino de ciências em todo o mundo, que há anos defendem a importância deste tipo de abordagem para todos os níveis da educação (MARTINS, 2006). Nessa perspectiva, diversas reformas curriculares[1], ocorridas mundialmente, têm evidenciado a utilização de uma abordagem histórico-filosófica no ensino de ciências.

No Brasil, desde 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio passaram a enfatizar a relevância da História e Filosofia da Ciência para completar outras abordagens no ensino científico (MARTINS, 2006; OLIVEIRA, 2012), reconhecendo a contextualização histórica como uma das competências para o desenvolvimento do sujeito educando.

> Um tratamento didático apropriado é a utilização da história e da filosofia da ciência para contextualizar o problema, sua origem e as tentativas de solução que levaram à proposição de modelos teóricos, a fim de que o aluno tenha noção de que houve um caminho percorrido para se chegar a esse saber. (BRASIL, 2002, p. 50).

[1] Por exemplo, o novo Currículo Britânico de Ciências e o Projeto 2061 da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS) (PAGLIARINI, 2007, p. 15/16).

Entre as décadas de 1960 e 1970, foi desenvolvido o Projeto *Harvard* na física. O Projeto *Harvard* foi pioneiro na utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, com o objetivo de aproximar os alunos do desenvolvimento científico, a partir de um empreendimento mais humano e social. Entretanto, o Projeto *Harvard* nem chegou a ser efetivamente introduzido no Brasil (PENA, 2012), por conta, principalmente, da proposta desenvolvida durante o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), em 1970, que advogou em favor da criação de projetos nacionais de Ensino de Física capazes de contemplar a realidade educacional brasileira como um todo (FREIRE JR. et al., 2000).

Na literatura especializada (FREIRE JR., 2002; MARTINS R., 2000; MATTHEWS, 1995; PEDUZZI, 2001) são encontrados argumentos a favor da utilização da HFC no ensino de ciências, a saber: (1) facilitar a compreensão conceitual da própria ciência, (2) permitir a discussão e ensino da natureza da atividade científica, (3) tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, (4) desenvolver o pensamento crítico, (5) humanizar os conteúdos ensinados, (6) proporcionar a interatividade entre disciplinas, (7) formar professores com uma compreensão mais rica sobre a ciência, entre outros. Abrantes (2002) acredita que a principal contribuição da utilização da abordagem histórico-filosófica no ensino de ciências é o desenvolvimento de um senso crítico sobre natureza da ciência, em decorrência dos equívocos acerca das concepções sobre natureza da ciência veiculadas pela impressa, pelos manuais de ensino e até mesmo pelos professores.

Kuhn defende que as exposições equivocadas sobre a História das Ciências na formação de cientistas, ou seja, na formação de futuros pesquisadores, podem abalar ou enfraquecer as convicções dos estudantes sobre os paradigmas científicos atuais e assim contribuir negativamente para sua formação. Entretanto, quando se refere à educação científica geral, voltada para todos os alunos, inclusive os que não se tornarão cientistas, Thomas Kuhn ressalta que se bem utilizada a HC pode contribuir para uma melhor compreensão sobre a ciência, sem descrever o desenvolvimento científico como uma série de fatos científicos descontextualizados (VILAS BOAS et al., 2013). Enquanto Klein conclui que se o ensino de ciências de qualidade alimenta-se da história, essa só pode ser de má qualidade, então é melhor não usar história do que usar história de má qualidade (MATTHEWS, 1995).

Trindade (2008) defende que a HFC tem como finalidade evidenciar como o pensamento científico se modifica ao longo do tempo, ou seja, que as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis, característica que fornece ao estudante subsídios necessários para que ele tenha uma melhor compreensão do fazer ciência. Portanto, a não inclusão da História e Filosofia da Ciência no ensino pode contribuir para promover uma visão autoritária e preconceituosa da ciência, alimentando o anseio do estudante diante de uma prática tradicional nas salas de aula que busca apenas o produto final, no intuito de simplesmente memorizá-lo.

Utilizar a HFC no ensino de ciências não é tarefa fácil (FORATO, 2009a; MARTINS, R., 2006; MARTINS, A.; 2007; PIETROCOLA et al., 2009; STAUB, 2010). Entre as dificuldades, destacam-se: (i) falta de professores capacitados para utilizar didaticamente a HFC; (ii) pouca disponibilidade de material didático sobre HFC voltado para o ensino de ciências e (iii) a dificuldade dos professores em ter acesso à produção acadêmica sobre a HFC e o ensino de ciências (MARTINS, A., 2007; MARTINS, R., 2006; ROSA, 2006). Os desafios emergem no momento em que se procura transformar os conhecimentos produzidos pelos historiadores e filósofos da ciência para serem ensinados nas escolas, “passando pela seleção de conteúdos e elaboração de material didático” (ROSA, 2006, p. 46).

Um grupo de futuros professores de física, durante participação numa pesquisa que tinha como um dos objetivos analisar a relação dos futuros docentes sobre a aproximação entre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física, destacou cinco desafios para a utilização da HFC em suas atividades de ensino: (i) Falta de tempo nas aulas; (ii) Preconceito dos alunos; (iii) Falta de conhecimento sobre o tema; (iv) Tempo para o professor preparar as aulas; e (v) Falta de materiais disponíveis (GATTI et al., 2008).

Apesar dos desafios existentes para se trabalhar com a abordagem histórico-filosófica no ensino de ciências, o número de trabalhos empíricos que utilizam a HFC no Ensino de Física tem crescido nos últimos anos. Entretanto, ainda é grande a lacuna entre os diversos argumentos favoráveis à utilização didática da HFC no Ensino de Física e a sua utilização empírica em aulas de física (SCHIRMER, 2011; TEIXEIRA, 2012a; TEIXEIRA, 2012b). Segundo as observações de Teixeira:

> (...) a comunidade de pesquisadores da área deve investir na realização de intervenções visando a implementar o uso de HFC no Ensino de Ciências (em particular de Física), tornando-as objetos de investigação, para que se possa ter uma melhor compreensão da sua eficácia em situações reais de sala de aula. (TEIXEIRA, 2012b, p. 33).

Compreender como o conteúdo histórico-filosófico tem sido transformado para ser utilizado no ambiente de ensino possibilita um melhor entendimento sobre a utilização desta abordagem nas aulas de física, reforçando, consequentemente, a importância da inclusão empírica da HFC em sala de aula. Nesse contexto, a transposição didática pode contribuir para a discussão que envolve a utilização da HFC no Ensino de Física (FORATO, 2009a; ROSA, 2006; STAUB, 2010), em virtude de sua capacidade de possibilitar a compreensão de como os conhecimentos produzidos por historiadores da ciência podem e estão sendo transformados, para serem utilizados pelos professores de física de diferentes níveis.

Em meio à discussão que envolve a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física, a presente pesquisa tem como problemática a seguinte questão: **Como os autores de teses e dissertações brasileiras enfrentam os desafios da transposição didática ao elaborarem propostas de Ensino de Física orientadas por abordagens histórico-filosóficas?**

Após a definição da problemática desta pesquisa, os objetivos ficaram definidos da seguinte forma:

Objetivo Geral

Analisar as estratégias de transposição didática adotadas por alguns autores de teses e dissertações brasileiras, ao elaborarem propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas para ensinar Gravitação Universal de Newton, no intuito de melhorar as visões dos estudantes sobre Natureza da Ciência.

Objetivos Específicos

- Identificar, na literatura específica, desafios para a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física;
- Definir critérios para analisar o processo de transposição didática da abordagem histórico-filosófica para o Ensino de Física;

- Analisar, caracterizando, as propostas didáticas de Física orientadas pelas abordagens histórico-filosóficas, que utilizam a Gravitação Universal de Newton como temática a fim de discutir alguma concepção sobre natureza da ciência no Ensino de Física.

A fim de responder ao problema de pesquisa e alcançar os objetivos, foram adotados como referencial teórico o trabalho de Forato (2009a), que em sua tese procurou estudar a transposição de saberes de natureza epistemológica para o Ensino de Física, utilizando a história da ciência como recurso pedagógico, e o conceito de transposição didática desenvolvido por Chevallard (1991).

Tomando como base o trabalho de Forato (2009a), que identificou desafios específicos para a transposição didática de conteúdos da HFC para o Ensino de Física, e do referencial teórico de Chevallard (1991), que apresenta regras para realização do processo de transposição didática, foram elaborados critérios para analisar as estratégias de transposição didática adotadas pelos autores de teses e dissertações brasileiras, ao elaborarem propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas.

A dissertação está dividida em quatro capítulos. No primeiro deles, realizamos uma discussão, dialogando com a literatura especializada, sobre os principais desafios para a utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências, em especial no Ensino de Física.

No segundo capítulo, discutimos o conceito de transposição didática desenvolvido pelo matemático francês Yves Chevallard (1991), e dos desafios da transposição didática identificados por Forato (2009) para a utilização da HFC no Ensino de Física.

Em seguida, no capítulo 3, são apresentados os aspectos metodológicos que nortearam essa pesquisa, assim como a definição dos critérios utilizados para analisar os trabalhos e responder ao problema de pesquisa.

No capítulo 4 caracterizamos e analisamos as estratégias de transposição didática adotadas pelos autores de teses e dissertações brasileiras, ao elaborarem propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas para

ensinar Gravitação Universal de Newton, no intuito de melhorar as visões dos estudantes sobre Natureza da Ciência. Por fim, são apresentadas as conclusões finais sobre a pesquisa.

O desenvolvimento desta pesquisa é movido por questões de ordem prática sobre a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. Esperamos poder contribuir para a solução de algumas questões sobre a utilização da HFC no Ensino de Física, entre elas, destacamos, por exemplo: Quais os critérios que podem ser adotados para a utilização da HFC no Ensino de Física de modo a enfrentar os desafios que envolvem o processo de transposição didática da abordagem histórico-filosófica para o Ensino de Física? Como utilizar a HFC no Ensino de Física estando de acordo com as orientações historiográficas e pedagógicas?

Esperamos, com a análise do processo de transposição didática que envolve a utilização da HFC no Ensino de Física, contribuir para o debate que envolve a assimetria entre o grande número de argumentos favoráveis à utilização da abordagem contextual[2] no ensino da Física e a escassez de intervenções didáticas em sala de aula (FREIRE JR., 2002; TEIXEIRA, 2012b; CARVALHO & VANNUCCHI, 1996). Pois, o interesse em utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, no Brasil, tem aumentado nos últimos anos (OLIVEIRA, 2012; SCHIRMER, 2011; TEIXEIRA et al., 2012a; TEIXEIRA et al., 2012b), assim como a importância em utilizar aspectos relacionados à HFC em sala de aula tem se configurado como um desafio.

Lidar com a utilização da abordagem histórico-filosófica em sala de aula requer, entre outras coisas, a efetivação de novas práticas, novos materiais didáticos e principalmente da inclusão da HFC nos cursos de formação de professores (PAGLIARINI, 2007). Por outro lado, o interesse sobre as contribuições da HFC para o Ensino de Física não deve se afastar da importância de enfrentar desafios contemporâneos para se utilizar esse tipo de abordagem no ensino de ciências (FREIRE JR., 2002). Apresentamos, a seguir, uma discussão sobre os principais

[2] A abordagem "contextualista" de ensino das ciências, de acordo com Matthews (1995), é definida como uma educação em ciências, "onde estas sejam ensinadas em seus diversos contextos: ético, social, histórico, filosófico e tecnológico" (MATTHEWS, 1995, p. 166).

desafios, apontados pela literatura especializada, para tornar os saberes oriundos da HFC escolarizáveis.

CAPÍTULO 1. DESAFIOS REFERENTES À UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA NO ENSINO DE FÍSICA.

Pesquisas visando à constituição de ações pedagógicas sobre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Física estão se multiplicando e, ao mesmo tempo em que reforçam os ganhos potenciais de tal prática, acabam por oferecer cada vez mais subsídios para a efetivação da abordagem histórico-filosófica em sala de aula (SCHMIEDECKE, 2011). Do ponto de vista prático e aplicado, a HC deve ser pensada, também, como estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias (MARTINS A., 2007).

Durante uma pesquisa que visou traçar as características dos trabalhos que relacionam a História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física nos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), Schirmer (2011) identificou que o número de propostas implementadas em sala de aula tem aumentado nos últimos anos, apesar de ainda ser grande a escassez de materiais. De acordo com Teixeira et al. (2012a) e Teixeira et al. (2012b), é necessário um número maior de pesquisas que possam investigar os reais aspectos sobre os quais a HFC pode promover melhorias ao Ensino da Física. Freire Jr. descreve que o interesse pela utilização da HFC no ensino de ciências:

> não deve obscurecer a existência de desafios contemporâneos que devem ser enfrentados pelos educadores interessados nas contribuições da história e da filosofia para a educação em ciências. (FREIRE JR., 2002, p. 24).

Os principais desafios apontados pela literatura especializada (MARTINS, A., 2007; MARTINS, R., 2006; ROSA, 2006), para que a abordagem histórico-filosófica "*desempenhe o papel que pode e deve ter no ensino*" (MARTINS, R., 2006, p. XXII) são: (i) falta de professores com formação adequada para pesquisar e ensinar sobre a HC; a (ii) a pouca disponibilidade de material didático de História da Ciência voltado para o ensino de ciências; e (iii) dificuldade de acesso aos materiais existentes, oriundos de resultados de pesquisas, por parte dos professores. Todavia, a cultura no Ensino de Física, relacionada às concepções dos professores sobre o processo de ensino e aprendizagem, a estrutura institucional do ensino de ciências e

a falta de conteúdo histórico adequado nos livros didáticos são obstáculos centrais, de acordo com os especialistas da conferência do *International History,Philosophy and Science Teaching Group* (IHPST)[3], para a não implementação da abordagem histórico-filosófica na educação científica (HÖTTECHE, D.; SILVA, C. C., 2011).

As principais dificuldades definidas por um grupo formado de professores da rede pública de ensino, estudantes de graduação e licenciandos em física, sobre a utilização da abordagem histórico-filosófica nas aulas de física, são: (i) a falta de material didático adequado; a pouca presença desse tipo de conteúdo nos livros existentes; (ii) o currículo escolar, voltado para os exames vestibulares; os conteúdos exigidos pelas escolas; (iii) o pouco tempo disponível para isso; (iv) vencer a resistência dos alunos e da própria escola, apegados ao ensino "tradicional" e (v) a formação dos professores; a falta de preparo do professor. (MARTINS, A., 2007, p. 121).

Diversas ações são capazes de contribuir para superar os desafios sobre a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física (FORATO, 2009b). Diante desse contexto, a seguir serão discutidos alguns dos obstáculos que envolvem a utilização da HFC no Ensino de Física.

1.1. A abordagem histórico-filosófica nos cursos de formação de professores

O aumento do número de cursos de pós-graduação em história das ciências deve, em longo prazo, contribuir para formar professores capazes de utilizar a História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física, formando-se um "efeito cascata", ou seja, pós-graduandos especializados ensinando nos cursos de formação de professores, e por sua vez, licenciados com formação adequada para inserir a abordagem histórico-filosófica no ensino fundamental e médio (MARTINS R., 2006). Neste sentido, esse tipo de abordagem alcança os diferentes níveis de escolarização com a contribuição de profissionais capacitados para este fim, ou seja, a "*formação de professores parece ser a chave para se atingir o objetivo de ampliar*

[3] Ver http://ihpst.eled.auth.gr/

a alfabetização em ciências através do uso da abordagem contextual" (FREIRE JR., 2002, p. 25).

Essa perspectiva emerge num contexto em que as discussões que envolvem a formação inicial e permanente de professores são cada vez mais frequentes. O interesse se desenvolve, de acordo com Carvalho & Gil-Pérez (1993), a partir do seguinte questionamento: *o que se deve "saber" e "saber fazer" por parte dos professores de Ciências para ministrar uma docência de qualidade?* (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2000, p. 15). Conhecer a matéria a ser ensinada é consenso entre os professores em meio a essa discussão, entretanto dominar o conteúdo da disciplina científica implica conhecimentos profissionais diversos, segundo Bromme (1998, apud CARVALHO & GIL-PÉREZ, 2000, p. 21).

Esses conhecimentos são definidos, de acordo com Gil-Pérez e Carvalho, da seguinte forma:

Tabela 1 – Conhecer a matéria ensinada.

A.	Conhecer os problemas que originaram a construção dos conhecimentos científicos (sem o que os referidos conhecimentos surgem como construções arbitrárias). Conhecer, em especial, quais foram as dificuldades e obstáculos epistemológicos (o que constitui uma ajuda imprescindível para compreender as dificuldades dos alunos).
B.	Conhecer as orientações metodológicas empregadas na construção dos conhecimentos, isto é, a forma como os cientistas abordam os problemas, as características mais notáveis de sua atividade, os critérios de validação e aceitação das teorias científicas.
C.	Conhecer as interações Ciência/Tecnologia/Sociedade associada à referida construção, sem ignorar o caráter, em geral, dramático, do papel social das Ciências; a necessidade da tomada de decisões.
D.	Ter algum conhecimento dos desenvolvimentos científicos recentes e suas perspectivas, para poder transmitir uma visão dinâmica, não fechada, da Ciência. Adquirir, do mesmo modo, conhecimentos de outras matérias relacionadas, para poder abordar problemas afins, as interações entre os diferentes campos e os processos de unificação.
E.	Saber selecionar conteúdos adequados que deem em uma visão correta da Ciência e que sejam acessíveis aos alunos e suscetíveis de interesse.
F.	Estar preparado para aprofundar os conhecimentos e para adquirir outros novos.

Fonte: (Carvalho & Gil-Pérez, 2000, p. 22).

Diante desse quadro:

> Um professor precisa conhecer a história das Ciências, (...), como uma forma de associar os conhecimentos científicos com os problemas que originaram sua construção (MATTHEWS, 1990, apud CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2000, p. 23).

A discussão que envolve a importância da História da Ciência na formação de professores é antiga (ROSA, 2006). Todavia, um dos argumentos mais importantes

advém da capacidade dessa abordagem em gerar um ensino de melhor qualidade, mais estimulante, coerente, humano, etc., e assim, formar professores mais críticos para além da sala de aula (MATTHEWS, 1995; ROSA, 2006).

Uma estratégia de ensino, baseada numa abordagem histórico-filosófica, contribui, também, para:

> (...) melhorar a formação do professor, auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. (MATTHEWS, 1995, p. 167).

Os cursos de HFC para professores de ciência devem iniciar suas atividades explorando os problemas que os professores consideram relevantes, para sua prática pedagógica a partir da utilização da abordagem histórico-filosófica em sala de aula. O professor deve adquirir o hábito de analisar criticamente os textos históricos antes de decidir quais serão utilizados em sala de aula, realizando o que Chevallard (1991) denomina de vigilância epistemológica do trabalho didático. A partir da análise crítica dos textos didáticos sobre a HFC e o Ensino de Física, os professores tornam-se capazes de identificar episódios históricos que apresentam a ciência como sendo construída por gênios. Bastante comuns em livros didáticos esses tipos de texto geralmente não valorizam os debates e o contexto social do período histórico descrito, acabam por divulgar versões históricas distorcidas sobre a ciência no ensino (PAGLIARINI, 2007). Staub defende que:

> A abordagem contextual da ciência pode possibilitar uma alternativa pedagógica para uma visão crítica e significativa dos conhecimentos escolares e, nestes termos, contribuir fortemente na aquisição efetiva dos conceitos científicos (STAUB, 2010, p. 5).

As principais dificuldades didáticas para a utilização de episódios históricos no Ensino de Física, explicitados por educadores, surgem em virtude da ausência de clareza sobre o “como fazer”, ainda que se tenha o conhecimento de natureza histórica (MARTINS, 2007). Não é suficiente a presença da história da ciência nos cursos de formação de professores, ou seja, o conhecimento pedagógico do conteúdo, seja histórico ou de outro gênero, é crucial para problematizar o modo como à transposição didática deste será realizada efetivamente em sala de aula (STAUB, 2010).

Os limites institucionais dos documentos curriculares acabam por fortalecer os desafios que envolvem a utilização da HFC no ensino de ciências. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), por exemplo, apresentam os objetivos para um ensino dentro da abordagem histórico-filosófica, porém não descrevem exemplos concretos sobre como utilizar a HFC no ambiente escolar. Não apresentar maneiras de utilizar a HFC em sala de aula distancia a abordagem histórico-filosófica do Ensino de Física, pois são transmitidas apenas mensagens para que seja utilizada a abordagem histórico-filosófica, não são apresentados aos professores o "como fazer", ou seja, a operacionalização e descrição de como utilizar a HFC na educação científica (HÖTTECHE, D.; SILVA, C. C., 2011). Carvalho e Gil-Pérez descrevem que:

> Se os métodos de ensino não são estudados no contexto em que serão implementados, os professores podem não saber identificar os aspectos essenciais, nem adaptar as estratégias instrucionais – que lhes forem apresentadas em termos abstratos - à sua matéria específica ou a novas situações. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 1993).

Diante da relevância de empregar a abordagem histórico-filosófica nos cursos de formação de professores a fim de formar discentes capazes de utilizar a HFC no ambiente educacional, diversos cursos de física têm adotado, nos últimos anos, disciplinas que tratem do conteúdo histórico-filosófico (MARTINS A., 2007). Um bom exemplo desta perspectiva é o curso noturno de licenciatura em física da Universidade Federal da Bahia (UFBA), que oferece em sua grade curricular três disciplinas obrigatórias (Física Básica I e II; Evolução da Física) que utilizam a abordagem histórico-filosófica em sua ementa. Contudo, para o curso diurno de bacharelado e licenciatura em física, nessa mesma instituição de ensino, é oferecida apenas a disciplina de Evolução da Física como componente curricular optativa.

Apesar de ser recente a inclusão da abordagem histórico-filosófica nos cursos de formação de professores de física das universidades brasileiras, há um movimento com o objetivo de ampliar essa inserção (ROSA, 2008). Porém, as contribuições apontadas pela literatura científica, para o uso da HFC no ensino de ciências ainda são negligenciadas pela maioria dos cursos de licenciatura e bacharelado em física no Brasil.

Uma experiência pioneira no Brasil sobre a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, especificamente em um curso de formação de professores, são as disciplinas Fundamentos de Física I, II e III que faziam parte do antigo currículo de física (Licenciatura e Bacharelado) da Universidade Estadual de Feira de Santana. Essas três disciplinas, intercaladas com a física geral e experimental, integrava o conteúdo de física com a HFC (TEIXEIRA, 2003).

Ampliar a utilização da abordagem histórico-filosófica dentro de diversas disciplinas da grade curricular dos cursos de física, incluindo os bacharelados, é um desafio importante, diante de sua capacidade de possibilitar um melhor entendimento sobre os desdobramentos científicos e tecnológicos, e das implicações socais da ciência. Transformar todo o sistema educativo, superar alguns dos desafios relacionados à formação do professor de ciências é um aspecto chave para a utilização da HFC no ensino de ciências (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 1993).

A análise das propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas, no contexto desta pesquisa, contribui, entre outras coisas, para a discussão que envolve a utilização empírica da HFC em sala de aula. Possibilita um avanço na questão de como "saber fazer" para introduzir a HFC no Ensino de Física, além de cooperar no desenvolvimento de trabalhos voltados para o ambiente de ensino.

1.2. Material didático sobre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física

Um desafio a ser superado para a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física é a carência de material didático sobre a HFC e o ensino de ciências. Não se deve esperar que todos os professores interessados em utilizar a HFC no Ensino de Física possuam a capacidade de produzir esses materiais, sendo "*necessário que os materiais já existentes, resultados de pesquisa, cheguem às mãos dos professores*" (ROSA, 2006, p. 26). De acordo com Martins R.:

> (...) um bom livro de história da ciência, além de ser escrito por quem entende do assunto, deve ser o resultado de um trabalho de pesquisa, do estudo dos melhores estudos já feitos sobre o tema e

> da leitura das obras originais (literatura primária) que estão sendo descritas (MARTINS, 2006, p. XXIV).

De acordo com Forato "*os textos históricos adequados ao ensino não se configuram em pesquisas voltadas para a comunidade de historiadores da ciência*" (FORATO et al., 2009a, p. 2). Para Martins R., o texto sobre a HC para ser utilizado no ambiente de ensino:

> (...) deve ser escrito em linguagem adequada e simples, procurando explicar tudo claramente, sem pedantismos acadêmicos, mas sem tentar simplificar, a transformar em "água com açúcar" a complexidade histórica real (MARTINS, 2006, p. XXIV).

Os dois principais periódicos brasileiros especializados em Ensino de Física[4] publicam, frequentemente, trabalhos desenvolvidos por especialistas em História das Ciências. Contudo, os mesmos, em sua maioria, são destinados a um público restrito de profissionais e não há garantia que sejam utilizados em ambientes de ensino. É importante desenvolver trabalhos voltados estritamente para o ambiente de ensino, principalmente para aqueles profissionais que trabalham com o ensino médio.

Realizar as adaptações necessárias para tornar o texto histórico apto a ser inserido no contexto educacional não significa aceitar a elaboração de simplificações ou de distorções históricas. Apresentar a história da ciência de forma linear e descrever seus personagens como seres humanos dotados de genialidade é caracterizado como pseudo-história (MATHEWS, 1994; FORATO et al., 2009).

Caracterizado pela interpretação de episódios históricos com valores e ideias do presente, o anacronismo é o erro mais comum nos episódios históricos encontrados nos livros didáticos de física (PAGLIARINI, 2007). Pagliarini (2007), ao analisar a História da Ciência apresentada nos livros didáticos de física voltados para o ensino médio no Brasil, encontrou narrativas históricas distorcidas, ideias epistemológicas equivocadas sobre natureza da ciência (a ciência construída a partir de um único "método científico", por exemplo), além da grande presença de mitos científicos.

[4] Caderno Brasileiro de Ensino de Física (https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica); Revista Brasileira de Ensino de Física (http://www.sbfisica.org.br/rbef/ojs/index.php/rbef).

Os resultados descritos por Pagliarini (2007) evidenciam que os livros didáticos contribuem negativamente para a utilização da HFC nas aulas de física em nível fundamental, pois o livro didático é o material de informação mais acessível ao professor de física em atividade (CORDEIRO; PEDUZZI, 2012). Cordeiro e Peduzzi destacam que:

> Essas obras são elaboradas para sintetizar uma demanda – a de ensinar física – e, para tanto, reorganizam os conhecimentos de maneira a criar uma estrutura lógica e acumulativa, supostamente, de fácil apreensão por parte dos alunos, mas que pode, implicitamente, propagar algumas concepções equivocadas sobre a ciência. (CORDEIRO; PEDUZZI, 2012, p. 183).

O professor, enquanto ator principal do processo de ensino-aprendizagem deve possuir a capacidade de avaliar criticamente o livro didático – "*tanto em termos estritamente conceituais, quanto em termos históricos e filosóficos*" (CORDEIRO; PEDUZZI, 2012, p. 184). Os livros didáticos fornecem materiais e atividades de ensino que influenciam as decisões curriculares dos professores, sendo importantes na transmissão de conteúdo histórico, bem como de atividades e métodos que ajudam a superar a atual cultura no ensino de física (HÖTTECHE, D.; SILVA, C. C., 2011).

1.3. Produção de materiais didáticos sobre a História e Filosofia da Ciência e o ensino de ciências

O aspecto cultural representa uma das dificuldades centrais para a pouca utilização prática da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física (HÖTTECHE, D., 2011). As atitudes e concepções dos professores de ciências sobre o processo de ensino e aprendizagem afetam suas decisões sobre os currículos e suas instruções comportamentais em meio à prática docente e acabam influenciando a não utilização de novas abordagens, como a histórico-filosófica, no Ensino de Física. Os *"(...) professores são moldados pela cultura da disciplina e da atividade em que se envolveram, muitas vezes, por muitos anos. Quebrar esses moldes, muitas vezes, não é uma tarefa simples*" (OSBORNE J., 2002 apud HÖTTECHE, D., 2011, p. 297).

O maior desafio para que os professores de ciências adotem uma atividade docente de qualidade, a partir de métodos inovadores, é a superação das suas ideias de senso comum, adquiridas ao longo de toda sua vida escolar – incluindo suas experiências durante o curso de formação de professor (CARVALHO & GIL-PÉREZ, 1993). Os docentes, apesar de reconhecerem os benefícios da utilização da História da Ciência no ambiente escolar, não utilizam esse tipo de abordagem durante sua prática. Desmotivados, os professores não são capazes de realizarem um novo comportamento durante sua ação pedagógica, em sua própria área de atuação (HÖTTECHE, D.; SILVA, C. C., 2011).

Romper com concepções tradicionais de ensino, vivenciadas durante toda sua vida escolar, e muitas vezes no próprio curso de formação de professores, não garante que o professor interessado em utilizar a HFC no Ensino de Física encontre condições favoráveis para este fim. Existem pesquisadores (PEDUZZI, 2010; FORATO, 2009a; MEDEIROS, 2002) que buscam desenvolver materiais didáticos voltados para aproximar a abordagem histórico-filosófica do Ensino de Física. Entretanto, os materiais didáticos sobre a HFC nem sempre alcançam as salas de aula.

Os materiais didáticos que buscam integrar a abordagem histórico-filosófica ao Ensino de Física não devem apenas alcançar as mãos dos professores interessados em utilizar esse tipo de abordagem em sua prática docente. Os trabalhos precisam apresentar uma descrição detalhada de sua construção e elaboração a fim de serem adaptados para diferentes contextos de ensino, para que dessa forma possam ser utilizados pelos professores interessados em utilizar esse tipo de abordagem em sala de aula. Neste contexto, as propostas didáticas de física representam um elemento importante no processo que envolve a efetivação da abordagem histórico-filosófica nas aulas de física.

As propostas didáticas, objeto de pesquisa deste trabalho, possuem a característica de descrever todo o processo que envolve a elaboração do material didático que busca integrar a História e a Filosofia da Ciência ao Ensino de Física. Entre as características importantes estão: tema, objetivos pedagógicos, público destinado, período de intervenção, conteúdo, etc.. Conhecer as características envolvidas na elaboração de propostas didáticas de física, orientadas por

abordagens histórico-filosóficas, favorece a adaptação e utilização das propostas didáticas em diferentes ambientes de ensino.

Autores de materiais didáticos sobre a HFC e o Ensino de Física, que lidam com o desafio de transformar os conteúdos históricos aptos a serem escolarizáveis, devem desenvolver critérios de avaliação dos aspectos didáticos e históricos a serem aplicados na utilização didática deste tipo de abordagem. Os critérios historiográficos na História da Ciência devem ser flexíveis na elaboração de materiais didáticos sobre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física. Permitir a realização de uma transposição didática sobre os conteúdos sobre a HFC com "*distorções funcionais permitidas*" (ADÚRIZ-BRAVO; SEROGLOU, F., 2011, p.199), aproxima as exigências historiográficas com os conhecimentos de natureza pedagógica. De acordo com Matthews:

> seja qual for o critério aplicado à produção de boa história, o professor de Ciência a utiliza com propósitos pedagógicos, e deve, portanto, ser avaliado com critérios distintos daqueles utilizados para historiadores já que as duas atividades são completamente diferentes. (MATHEWS apud VANNUCCHI, 1996, p. 24).

Existem diferenças na elaboração de trabalhos históricos voltados para historiadores da ciência e aqueles desenvolvidos para cunho didático. As críticas, apesar de comuns, aos trabalhos de natureza didática, devem levar em conta as suas características, em comparação com os trabalhos historiográficos (HÖTTECHE, D.; SILVA, C. C., 2011). Contudo, isso não afasta a importância de uma parceria entre os historiadores e educadores da Ciência na elaboração de materiais didáticos sobre a HFC e o ensino de ciências.

1.4. Propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas

Para elaborar e aplicar propostas didáticas de física é importante levar em consideração as diversas características que compõem o ambiente de ensino, como, por exemplo: o contexto escolar; os processos de ensino aprendizagem; e as metodologias educacionais que serão adotadas (FORATO, 2012). Ainda que se

tenha conhecimento do conteúdo histórico a ser abordado em sala de aula, o como fazer é uma preocupação bastante presente no momento de executar ações capazes de inserir a abordagem histórico-filosófica ao Ensino de Física (MARTINS A., 2007). Martins A., em meio à realização de uma pesquisa diagnóstica, destaca que:

> A dificuldade pode estar relacionada (...) com a forma como esses conhecimentos devem ser introduzidos no ensino, ou seja, como fazer para levar esse conhecimento para sala de aula (G2). (MARTINS A., 2007, p. 124).

O estado da arte de intervenções empíricas sobre a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física (TEIXEIRA et al., 2012a; TEIXEIRA, 2012b[5]), publicadas no cenário nacional e internacional, tem contribuído, entre outras coisas, para a superação dos desafios que envolvem a utilização da HFC no Ensino de Física, ao evidenciar como tem sido realizada a interface entre essas duas áreas.

Entre as várias formas de utilizar a HFC no Ensino de Física, Teixeira et al., (2012a) e Teixeira et al., (2012b) destacam, diante de um número expressivo de objetivos pedagógicos a serem alcançados, que as intervenções têm adotado estratégias integradas (conteúdos de física abordados de maneira conectada com seu desenvolvimento histórico) e não integradas (conteúdos de física apresentados de forma separada da HFC) para implementar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. Os materiais instrucionais que compõem as intervenções envolvem a reprodução de experimentos históricos, uso de histórias em quadrinhos, problemas historicamente contextualizados, entre outros.

As características apontadas pelos trabalhos citados acima, fazem dos mesmos uma importante referência para professores e pesquisadores interessados em utilizar a abordagem histórico-filosófica nas aulas de física, pois analisam artigos que descrevem como a interface entre a HFC e o Ensino de Física vem sendo realizada, apesar dos desafios que envolvem esse processo.

[5] A pesquisa apresentou o estado da arte das pesquisas que investigam intervenções didáticas orientadas por História e Filosofia da Ciência (HFC) em salas de aula de Física e que estão publicadas nas principais revistas brasileiras dedicadas à publicação de trabalhos em Ensino de Ciências e Ensino de Física. (TEIXEIRA, 2102b, p. 9).

Os resultados da pesquisa diagnóstica realizada por Martins A. (2007), definem a Mecânica Clássica e a Gravitação como os assuntos mais fáceis, a Ótica e o Eletromagnetismo como os assuntos mais difíceis de serem abordados historicamente. Resultados que podem ser interpretados à luz do trabalho de Teixeira et al. (2012b), que constataram que a maioria das intervenções didáticas de física publicadas nos principais periódicos brasileiros especializados em Ensino de Física, tratam de assuntos de Mecânica, enquanto que a minoria aborda o Eletromagnetismo.

Rosa (2006), em meio à discussão que envolve a utilização didática da HFC no Ensino de Física, descreve a transposição didática como um elemento capaz de contribuir na transformação de conteúdos de física, enquanto "*parte construtiva do processo de produção e socialização do conhecimento*" (ROSA, 2006, p. 49). Por fim, Rosa destaca que:

> O professor não pode perder de vista que está ensinando física, em particular, e o que é ciência, num sentido mais amplo. Assim vemos como duas as principais contribuições da História e Filosofia da Ciência no ensino de física no que se refere à Transposição Didática: uma no nível da formação de professores, e outra no contexto da sala de aula (ROSA, 2006, p. 51).

Mesmo que todas as condições para a utilização didática da HFC no Ensino de Física sejam oferecidas para os professores que possuem interesse pela temática, a inclusão da abordagem histórico-filosófica no processo de ensino e aprendizagem dependerá de outros fatores. Não podemos afirmar que a superação dos desafios que envolvem a interface entre a HFC e o ensino de ciências seja um fator primordial para a utilização dessa abordagem no ambiente educacional, contudo podemos apontar que a discussão e possível superação das dificuldades que envolvem essas duas áreas, devem proporcionar uma aproximação efetiva mais intensa entre a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino de Física.

Trindade (2008), ao refletir sobre a origem e o desenvolvimento da ciência, escreve que a aplicabilidade da HC como modelo da transposição didática de conteúdos científicos é vista atualmente como o caminho para compreensão e significado dos saberes escolares. Neste contexto, o enfoque trazido por alguns aspectos da transposição didática de Chevallard (1991) pode auxiliar a elaboração

de materiais didáticos sobre a abordagem histórico-filosófica para serem utilizadas no Ensino de Física.

Portanto, diante da discussão que envolve os desafios da utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, voltamos nossa atenção para os elementos que compõem o processo de transposição didática desenvolvido por Chevallard (1991).

O processo de transposição didática deve ser pensado como um conjunto de mecanismos e ações que possibilitam a um determinado conhecimento, produzido no âmbito científico, estar apto a ser discutido e compreendido no ambiente de ensino. Processo que favorece a interface gerada pela utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, a partir de diferentes aspectos: contextualização de aulas, produção de materiais didáticos, e a formação de professores (ROSA, 2006). Porém, alguns elementos que compõem a transposição didática, como descreve Chevallard (1991), devem ser analisados de maneira crítica a fim de contribuir para o processo que envolve a interface entre a HFC e o Ensino de Física, pois favorecem a imagem de uma ciência aproblemática e descontextualizada, um dos objetivos que a utilização da HFC no Ensino de Física busca superar.

Utilizar a HFC no ensino de ciências, em especial no Ensino de Física, passa pela identificação dos desafios envolvidos nesta interface e, posteriormente, pela discussão de estratégias que possam contribuir na superação desses obstáculos. Analisar como os autores de propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, enfrentam os desafios do processo de transposição didática para utilizar a HFC no Ensino de Física pode, entre outras coisas, construir uma visão crítica que favorece a utilização da abordagem histórico-filosófica pelos professores e a sua melhor inclusão nos manuais de ensino.

No capítulo a seguir, é apresentada uma breve discussão sobre o conceito e regras do processo de transposição didática desenvolvida por Chevallard (1991), assim como dos desafios definidos por Forato (2009a) para a realização deste processo no Ensino de Física a partir da utilização da abordagem histórico-filosófica.

CAPÍTULO 2. DO SABER SÁBIO AO SABER ENSINADO: O PROCESSO DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Nas últimas décadas, educadores de todo o mundo perceberam a importância da utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências (SILVA et al., 2013), e trabalhos recentes (SCHIRMER, 2011; TEIXEIRA et al., 2012a; TEIXEIRA et al., 2012b) evidenciam que o uso da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física tem crescido nos últimos anos. Entretanto, o intenso interesse pela integração da História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física, dentro do ambiente da pesquisa, não garante que essa abordagem seja utilizada em sala de aula (MARTINS, 2007). Muito menos gera uma reflexão nos professores sobre a importância desta abordagem para o ensino de ciências (CARVALHO, 1996; TEIXEIRA et al., 2012a; TEIXEIRA et al., 2012b).

Uma das dificuldades a serem superadas para a utilização da abordagem histórico-filosófica nas aulas de física emerge no momento em que se procura produzir material didático acessível aos diferentes níveis de ensino (MARTINS, 2007; SILVA, 2006), diante da importância de tornar escolarizáveis os conhecimentos produzidos pelos historiadores da ciência. Neste sentido, a transposição didática se destaca como um processo importante dentro do contexto que envolve a utilização da HFC no Ensino de Física. A partir de alguns elementos do processo de transposição didática, podemos compreender como o saber científico se transforma tornando-se acessível ao público ao qual se destina. Assim como ocorre nas propostas didáticas de física, objeto de estudo desta pesquisa.

Apesar de não ser o pioneiro na utilização do conceito de transposição didática, fato que coube ao sociólogo Michel Verret (1975), em sua tese de doutorado (*Le temps dês etudes*), foi o pesquisador francês Yves Chevallard que apresentou de forma clara as mudanças do saber na sua transposição no contexto de pesquisa para o ensino, especificamente no estudo didático da matemática. Contudo, diversas áreas e campos do saber, atualmente, utilizam ou se apropriam de sua proposta (ALMEIDA, 2011; FORATO, 2009a; MENDES, 2011; STAUB, 2010).

Influenciado pelo panorama descrito acima, esse capítulo realiza uma discussão sobre o processo de transposição didática desenvolvida por Chevallard (1991), e dos desafios apontados por Forato (2009a) para a transformação dos assuntos da HFC para o Ensino de Física. A partir dos referenciais teóricos, serão estabelecidos critérios para analisar propostas didáticas de física. Os critérios visam analisar como os autores das propostas didáticas enfrentam os desafios da transposição didática ao elaborarem propostas didáticas para o Ensino de Física, utilizando a História e Filosofia da Ciência.

2.1. Compreendendo o conceito de transposição de didática

Em periódicos, congressos e revistas especializadas em História e Filosofia da Ciência se encontram diversos artigos produzidos por historiadores da ciência, ou seja, por profissionais com formação adequada para pesquisar e escrever sobre essa temática. Por outro lado, esses textos, em geral, não são elaborados para serem inseridos no ambiente educacional, pois são produzidos a partir de regras historiográficas próprias e dificilmente alcançam as salas de aula (ROSA, 2006).

Então, torna-se relevante adaptar os textos elaborados pelos historiadores da ciência para que sejam utilizados no ambiente escolar, por professores e estudantes em diferentes níveis de ensino, diante das eventuais possibilidades e benefícios que a abordagem histórico-filosófica pode trazer para o Ensino de Física.

O conhecimento enquanto necessidade histórica do homem, desde sua produção até a transmissão às novas gerações, sofre transformações e adequações a fim de ser discutido por educadores e estudantes (DOMINGUINI, 2008). De acordo com Chevallard (1991), para que o ensino de um determinado elemento do saber seja realmente possível, é necessário que o mesmo passe por um processo de transformações que o torne escolarizável.

No contexto que envolve o Ensino de Física, muitas vezes os conceitos discutidos em sala de aula não possuem nenhum significado para os estudantes (BROCKINGTON, 2005), o que contribui para que os mesmos não tenham interesse pela disciplina, cabendo, também, à escola, a partir da ruptura de antigas práticas

docentes, dar sentido a esses conhecimentos (BATISTA FILHO et al., 2012). Certamente, a abordagem histórico-filosófica pode ser colocada a serviço do Ensino de Física a fim de contribuir, entre outras coisas, para combater a falta de significação dos conceitos científicos.

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam a importância de adequação que o conhecimento acadêmico deve passar para atender ao seu público de interesse, diante da dificuldade deste em compreender conteúdos e conceitos na forma como são produzidos pelos cientistas (MENDES, 2011). Transformar os conhecimentos produzidos academicamente para que sejam inseridos no ambiente educacional é uma atribuição fundamental, pois o conhecimento produzido nas academias não tem a mesma finalidade daqueles ensinados em sala de aula (CHEVALLARD, 1991). Aceitar a diferença entre o conhecimento produzido cientificamente e o conhecimento abordado no ambiente educacional, de acordo com Pietrocola (2007), implica na constatação da existência de processos transformadores do saber.

O processo de transformação de um determinado saber às condicionantes e possibilidades de ensino tem início em sua seleção como conteúdo escolar e envolve a produção de conhecimentos de outra natureza, sendo um processo complexo de ser realizado (FORATO, 2009a). Chevallard (1991) denomina de transposição didática o processo que transforma um conhecimento produzido no âmbito científico/acadêmico num objeto de ensino e deste para o saber realmente ensinado em sala de aula.

A transposição didática analisa o caminho através do qual o conhecimento produzido pelos cientistas se transforma num saber inserido nos programas e materiais didáticos e, posteriormente, no saber que é efetivamente ensinado em sala de aula.

> Podemos considerar la existencia de una transposición didáctica, como processo de conjunto, como situaciones de creaciones didácticas de objetos (de saber y de enseñanza a la vez) que se hacen “necesarias" por las exigencias del funcionamento didáctico (CHEVALLARD, 1991, pág. 47).

Philipe Perrenoud (1993) define a transposição didática como:

> a essência do ensinar, ou seja, a ação de fabricar artesanalmente os saberes, tornando-os ensináveis, exercitáveis e passíveis de avaliação no quadro de uma turma, de um ano, de um horário, de um sistema de comunicação e trabalho" (apud ALMEIDA, 2007, p. 9).

A transposição didática é um processo que ocorre num ambiente educativo, caracterizado, por exemplo, por uma sala de aula enquanto organismo vivo onde ocorrem conflitos e negociações. Cabe ao professor o reconhecimento das potencialidades deste ambiente para o sucesso da transposição didática (ALMEIDA, 2011).

Além de criar novos saberes a transposição didática realiza a vigilância didática dentro do sistema educacional (CHEVALLARD, 1991). A vigilância didática permite identificar a realização de uma boa transposição didática, sendo uma atribuição importante do trabalho docente. Capaz de identificar, além de criar condições para que os saberes sejam transformados e inseridos no sistema didático, a vigilância didática contribui para evitar, por exemplo "*uma violência no processo de didatização dos saberes e que os mesmos percam seus significados em relação aos saberes que lhe deram origem (...)*" (SOUZA et al., 2012, p.5).

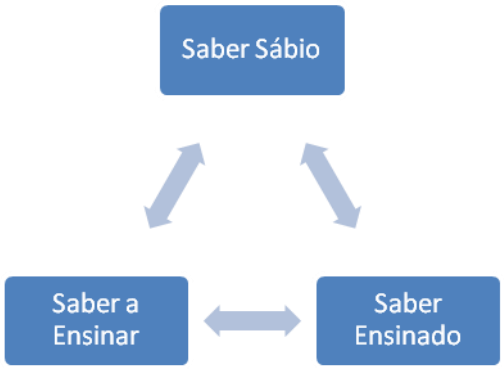
Por se tratar de uma teoria criada para discutir a educação matemática, não se pode realizar uma generalização indevida do processo de transposição didática desenvolvido por Chevallard para a discussão que envolve a utilização da HFC no Ensino de Física. Entretanto, alguns elementos envolvidos na teoria desenvolvida pelo pesquisador francês podem e devem ser aplicados na interface que envolve o Ensino de Física e a abordagem histórico-filosófica, diante disso são apresentados, a seguir, os elementos que compõe o processo da transposição didática.

2.2. Transposição didática: seus níveis e características

A transposição didática é constituída por três níveis distintos, interligados e importantes para o funcionamento do sistema didático (Figura 01): o saber sábio, o saber a ensinar e o saber ensinado. O primeiro é o saber elaborado nas academias, por cientistas e intelectuais, o segundo saber é elaborado para ser inserido durante a prática escolar, em formato de manuais de ensino, enquanto o saber ensinado é o

saber realizado efetivamente em sala de aula a partir das adaptações e transformações realizadas, principalmente, pelos professores e alunos no ambiente escolar (CHEVALLARD, 1991).

Figura 01: Níveis que constituem a transposição didática.



No âmbito da produção acadêmica, e em meio às comunidades de pesquisa, são produzidos e elaborados conhecimentos que Chevallard (1991) denomina de Saber Sábio e que, de acordo com Alves Filho (2000), são produtos do trabalho do cientista ou intelectual relativo a uma forma de entendimento sobre a realidade.

O Saber Sábio sofre transformações, desde sua produção, ou seja, ainda no âmbito de sua origem, a fim de ser transmitido a outros grupos de cientistas e intelectuais (publicações em periódicos e revistas científicas, por exemplo), para em outro momento sofrer transformações que visam tornar esse conhecimento apto a ser inserido no sistema didático. Segundo Forato:

> O Saber Sábio possui regras bem específicas ditadas pela comunidade acadêmica, tanto com relação a sua produção, quanto sua sistematização e comunicação, que o tornam inadequado ao sistema de ensino básico. (FORATO, 2009b, p. 5/6).

Dentro do Saber Sábio se buscam partes que formam um novo saber constituído por educadores, editoras de livros, professores e todos aqueles que influenciam direta ou indiretamente todo o processo de transformação desse saber. Um saber organizado em forma de livros textos, manuais de ensino e de conteúdos que se encontram no patamar dos saberes transformados e prontos para serem inseridos ao sistema didático (FORATO, 2009a).

Os sujeitos que fazem parte do Saber a Ensinar possuem características comuns ligadas ao saber, constituindo um espaço interligado denominado de noosfera. Formada por cientistas, professores, autores de livros, políticos e outros agentes educacionais, a noosfera realiza uma forte influência sobre os conteúdos que fazem parte do Saber a Ensinar e ao processo de ensino-aprendizagem, constituindo a transposição didática externa (CHEVALLARD, 1991). Neste contexto, Pina conclui que:

> O resultado da influência da noosfera condiciona o funcionamento de todo o sistema didático. O trabalho seletivo resulta não só da escolha de conteúdos, como também na definição de valores, objetivos e métodos, que conduzem o sistema de ensino. (PINA, 2002, p. 19).

O Saber a Ensinar, ao adquirir a forma textual, sofre uma espécie de degradação que torna o saber produzido pelos cientistas e intelectuais passivo de ser compreendido e apropriado por aqueles que deverão utilizá-los no ambiente de ensino, professores e alunos. Neste momento, os elementos que atuam no processo de textualização: a dessincretização, a descontextualização, a despersonalização, a programabilidade da aquisição do saber, a publicidade do saber e o controle social das aprendizagens são relevantes para o sucesso do processo de transposição didática. Para Chevallard:

> Esses processos são coerentes com os interesses sociais, políticos e econômicos do projeto formativo em que se insere um sistema de ensino, manifestados no seu projeto educacional (CHEVALLARD, 1991, p. 69).

Na dessincretização se realiza uma “desarticulação”, afastando as práticas teóricas de geração de um saber daquelas práticas referentes ao processo de ensino-aprendizagem, isso decorre da inevitabilidade de textualização, que conduz a uma independência dos saberes a partir de seus discursos independentes (FORATO, 2009a), tornando o texto mais didático, apto a ser utilizado no ambiente de ensino.

A descontextualização afasta os aspectos históricos envolvidos no desenvolvimento do Saber Sábio. Característica que confere um caráter de universalidade ao Saber, pois os produtos da pesquisa que originam o Saber Sábio são dissociados do contexto original de sua produção (CHEVALLARD, 1991). A

descontextualização realiza a reconstrução didática que proporciona ao Saber Sábio ser reconstruído para dar lugar ao Saber Ensinado.

Enquanto que a despersonalização transforma o Saber a Ensinar em atemporal, sem lugar, sem origem e sem autor. Evidenciado por uma organização linear, caracterizada por uma aparente evolução natural do conhecimento, constituindo-se a partir de um novo quadro epistemológico (PIETROCOLA, 2005). Ou seja:

> El saber que produce la transposición didáctica será por lo tanto un saber exiliado de sus orígenes y separado de su producción historica em la esfera del saber sábio, legitimándose, en tanto saber enseñado, como algo que no es de ningún tempo ni de ningún lugar, y no legitimándose mediante el recurso a la autoridade de um productor, cualquiera que fuera. (CHEVALLARD, 1991, p. 18).

Os processos de dessincretização, descontextualização e despersonalização, envolvidos na textualização do saber, que dão forma aos manuais de ensino, precisam ser analisados com cuidado dentro de uma perspectiva histórico-filosófica. Apresentar o conhecimento científico como algo sem relação com suas origens históricas e consequentemente desarticuladas de seu contexto social, pode significar divulgar uma visão aproblemática e ahistórica da ciência, concepção que negligencia e omite as limitações da ciência e a importância dos problemas para o desenvolvimento da mesma (GIL-PÉREZ et al., 2011).

Realizar a dessincretização e a descontextualização apenas implica afastar do contexto de ensino os processos de construção envolvidos no desenvolvimento do Saber Sábio, como o período exato investido para seu desenvolvimento. Logo, não significa uma desvalorização do contexto de desenvolvimento do saber, tornando-o ahistórico. A dessincretização é fundamental para harmonizar a dimensão temporal do desenvolvimento histórico na transposição didática quando se almeja utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, pois existe uma diferença significativa entre o tempo de desenvolvimento de um determinado conhecimento e o tempo didático (FORATO, 2009a).

> Esse objeto de Saber a Ensinar, que nasce atemporal e desvinculado do seu contexto de criação não será necessariamente desvinculado dos fatos históricos que pretende narrar. Esse Saber a Ensinar histórico que ganha vida no ensino de ciências pode preservar os

> condicionantes contextuais, tanto quanto foi possível enquanto Saber Sábio (FORATO, 2009, p. 49/50).

O saber dentro do contexto da transposição didática, para ser inserido no sistema educacional, sofre ainda outros processos extremamente úteis para tornar os saberes ensináveis: a programabilidade da aquisição do saber, a publicidade do saber e o controle social das aprendizagens (CHEVALLARD, 1991).

A textualização contribui para tornar o saber que compõem os manuais de ensino, como as propostas didáticas de física, passivel de ser compreendido por aqueles que deverão utilizá-los no ambiente de ensino, professores e alunos, em especial (FORATO, 2009a). A publicidade do saber evidencia-se na capacidade dos manuais de ensino em alcançar o ambiente educacional de maneira compreensível e explícita, diante de um processo de textualização que apresenta os saberes ensináveis de maneira objetiva. Apresentar "*um sequenciamento de conteúdos que busca viabilizar e favorecer a relação do sujeito com o conhecimento*" (FORATO et al., 2011, p. 42) é característica da programabilidade de aquisição do saber, que descreve todos os caminhos que compõem a efetivação e organização do Saber a Ensinar.

Um saber textualizado que apresenta a publicidade e a programabilidade de aquisição do saber permite o controle social de aprendizagem, que viabiliza sua apropriação pelos sujeitos que formam do Saber a Ensinar. De acordo com Verret, "o controle regulado das aprendizagens dos saberes, seguido de procedimentos de verificação que autorizam a certificação das especialidades (...)" (VERRET, 1975, apud CHEVALLARD, 1991).

A programabilidade do saber desempenha um papel importante dentro do contexto que envolve a transposição de conteúdos da HFC para o Ensino de Física. Visto que, propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, tendem a alcançar um número significativo de ambientes de ensino quando apresentam todo o processo que envolve a aplicação do saber, pois permite a adaptação da intervenção para diferentes contextos de ensino. E assim, enriquece a discussão que envolve a assimetria entre os diversos argumentos favoráveis a inserção da HFC no ensino de ciências e a pouca utilização efetiva desse tipo de

abordagem no ambiente educacional (FREIRE JR., 2002). Em meio a essa discussão, Forato aponta que:

> A organização do Saber a Ensinar encerra em si mesmo uma proposta de aprendizagem. Um determinado material didático, ou programa disciplinar, traz um sequenciamento de conteúdos que busca viabilizar e favorecer a relação do sujeito com o conhecimento. Tal organização evidencia a *programabilidade* da aquisição dos saberes, identificados e designados mediante um projeto social de ensino e aprendizagem. (FORATO, 2009b, p. 6).

O Saber a Ensinar, ao adentrar no ambiente educacional, sofre transformações que tornam o conteúdo ensinado distinto do saber que compõe os livros e programas de ensino, dando origem ao saber que é efetivamente ensinado em sala de aula, denominado de Saber Ensinado. Esse Saber é caracterizado como um produto de diversas transformações, adaptações e deformações daquele produzido na esfera científica. A transformação sofrida pelo Saber a Ensinar num Saber Ensinado, que tem como principal ator o professor, em seu processo de intermediação com o aluno, é definida por Chevallard (1991) como transposição didática interna.

O Saber Ensinado também é composto por estudantes, supervisores, orientadores, proprietários de estabelecimentos de ensino e a associação dos pais, contudo, no que concerne à importância dos professores nesse nível, Mendes destaca que:

> (...) desde o momento que preparam suas aulas, cabe fazer a mediação entre os interesses dos membros desta esfera e os fins didáticos de sua prática, agindo no sentido de tornar os conhecimentos científicos ensináveis (MENDES, 2011, p.62).

As esferas que compõem o processo de transposição didática não devem ser abordadas de maneiras distintas, independentemente do contexto de origem. Mendes argumenta que "*Se tivermos preocupados com o saber ensinado, temos que voltar nossa reflexão para o Saber Sábio, porque é com base nele que se dá a elaboração discursiva do saber a ensinar"* (MENDES, 2011, p. 65). Contudo, de acordo com Brockington:

> As motivações e objetivos de se ensinar e aprender ciência são extremamente diferentes daqueles presentes no fazer científico. Há uma mudança no nicho epistemológico, o que implica numa

> inevitável transformação do conhecimento. Por isso, o Saber Ensinado e o Saber Sábio, embora conectados, são diferentes. (BROCKINGTON, 2005, p. 400).

No tocante as diferenças existentes entre os textos do âmbito acadêmico e aqueles do Saber a Ensinar, Almeida destaca que:

> Não se trata de diferenças conceituais, mas de diferenças “textuais”, pois elas estão no campo semântico e léxico e, por isso, precisam ser consideradas, por que as transposições as levarão em conta por demais (ALMEIDA, 2011, p.10).

As propostas didáticas defendidas em teses e dissertações no Brasil que utilizam uma abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física podem ser definidas como sequências de conteúdos que facilitam a compreensão dos estudantes sobre determinado conhecimento, o que, de acordo com Forato (2009a), evidencia a programabilidade da aquisição do saber, identificados e designados mediante um projeto social de ensino e aprendizagem. Desse modo, essas propostas didáticas são caracterizadas como um mecanismo teórico capaz de realizar transformações que tornam o saber científico (Saber Sábio) em Saber a Ensinar, exercendo, desta forma, um controle social de aprendizagem no sistema didático ao qual se encontra inserido. Por esse aspecto, o processo de análise realizado nesta pesquisa ocorre na noosfera, pois é nesse ambiente que os conhecimentos elaborados pelos historiadores da ciência são transformados e adaptados, dando origem às propostas didáticas de física que utilizam abordagens histórico-filosóficas, objeto de análise desta pesquisa.

Elaborar uma proposta didática, a partir de um projeto social de ensino, prevê a produção ou seleção de um texto do saber, possibilitando uma relação específica com o tempo didático. Relação essa (saber/duração) que, de acordo com o próprio Chevallard, é fundamental para o processo didático e de grande importância para a utilização da HFC no ensino de ciências. Adotar a abordagem histórico-filosófica para o Ensino de Física pressupõe a discussão dos processos envolvidos no desenvolvimento do conhecimento abordado, o que requer tempo hábil para se trabalhar, diferentemente de uma abordagem tradicional em que se aborda apenas os resultados científicos. Utilizar a HFC em sala de aula requer tempo disponível,

sendo esse um dos desafios a serem superados para que a abordagem histórico-filosófica alcance efetivamente o ambiente de ensino.

Apesar de ser compreendida como a passagem do Saber Sábio ao Saber a Ensinar e deste para o Saber Ensinado, a transposição didática não deve ser interpretada simplesmente como uma mudança de lugar. Não devemos compreendê-la como uma passagem ou mera simplificação e adaptação do conhecimento produzido no âmbito acadêmico/científico, mas como um processo de transformação do saber, capaz de ser entendida como uma produção de novos saberes (BATISTA FILHO et al., 2012; MENDES, 2011; PIETROCOLA, 2007). O conhecimento abordado no ambiente educacional não deve ser pensado simplesmente como uma reprodução do conhecimento científico. Deve ser definido como um novo saber, que possui uma epistemologia independente do Saber Sábio (FORATO, 2009a).

Em meio a essa discussão, Chervel defende que:

> "(...) a prática escolar fornece informações sobre a produção de conhecimento que não são encontradas no nível de sua produção dentro da ciência ou em outras instâncias da sociedade" (CHERVEL, 1990 apud PESSANHA, 2004, p. 58).

Os conteúdos históricos encontrados na maioria dos materiais didáticos de física são caracterizados por uma tradição histórica que expressa os conceitos científicos como simples definições, totalmente descaracterizados de sua realidade histórica (STAUB, 2010). Nesses casos, o processo de transposição didática dos saberes é desenvolvido como uma evolução linear e cumulativa dos conceitos científicos, sem relação com os aspectos sociais que influenciaram tais conceitos, contribuindo diretamente na divulgação de uma visão distorcida da ciência. Porém, quais os caminhos que devem ser trilhados a fim de realizar uma transposição didática dos conteúdos sobre a HFC para ser utilizada no Ensino de Física?

Para Staub esse desafio surge num panorama em que:

> A tradição escolar cristalizou uma forma de transposição didática que formata a evolução histórica dos conceitos científicos em uma sequência lógica e linear das sínteses científicas, sem contrapartida com os problemas históricos que estão na gênese dessas ideias. (...) Para os educadores e, para os próprios alunos, formados em um certo tipo de tradição escolar, romper com a linguagem dos textos

> didáticos, com o significado histórico de conceito, conceitualização, aprendizagem e problematização, certamente não se configura em um movimento simples (STAUB, 2010, p. 3).

Apesar de não existir uma resposta exata sobre como utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física é importante seguir critérios específicos para integrar essas duas áreas (FORATO, 2009a; STAUB, 2010). Tomando como referencial teórico o trabalho de Forato (2009a)[6], a seguir, é realizada uma discussão sobre os desafios envolvidos no processo de transformação dos conteúdos da HFC para o Ensino de Física. Posteriormente, é apresentada a metodologia que guia essa pesquisa e os critérios adotados para analisar as propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, apresentadas em teses e dissertações dos programas de pós-graduação especializados em ensino de ciências no Brasil.

2.3. O processo de transformação de um saber dentro da perspectiva histórico-filosófica para o Ensino de Física

O conceito de transposição didática desenvolvido pelo pesquisador Yves Chevallard e aplicado por ele na matemática tem sido amplamente discutido e aplicado em diferentes áreas da educação (ALMEIDA, 2011; FORATO, 2009a; MENDES, 2011), apesar de ser apontada, pelo próprio autor, como uma teoria de análise didática da matemática.

Por se tratar de uma teoria que procura explicar como os saberes produzidos cientificamente são transformados para serem utilizados no ambiente educacional, pode ser associada com a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. Por conseguinte o conhecimento elaborado por historiadores e filósofos da ciência também sofre processos de dessincretização, despersonalização, descontextualização, etc., no momento que é adaptado para dar origem aos manuais de ensino, como os livros didáticos.

[6] Que em sua tese procurou estudar a transposição de saberes de natureza epistemológica para o ensino de ciências, utilizando a história da ciência como recurso pedagógico. E a partir da elaboração e aplicação de um curso piloto, dentro desta perspectiva, apontou desafios para a transposição didática da HFC para o Ensino de Física.

Com base no conceito de transposição didática Forato (2009a) elaborou um curso piloto que procurou harmonizar as exigências da didática das ciências com as prescrições teóricas dos campos históricos e epistemológicos, com o intuito de elaborar uma proposta didática de física, orientada por abordagens histórico-filosóficas. Forato (2009a) definiu desafios próprios do processo de transposição didática relativos à utilização da HFC no Ensino de Física (Obstáculos Estruturais[7]), vivenciados durante a elaboração do Saber a Ensinar[8]. Os desafios vivenciados durante o processo de transposição didática, comum a todas as áreas de ensino, seja para utilizar a HFC ou não, são definidos como obstáculos conjunturais. A falta de material didático e as salas de aulas superlotadas são exemplos de obstáculos conjunturais, comuns em diferentes ambientes de ensino.

Os obstáculos estruturais[9], desafios pedagógicos referentes à transposição didática da HFC a fim de ser utilizada no Ensino de Física, são divididos em obstáculos estruturais superáveis (OS) e obstáculos estruturais contornáveis (OC). Os obstáculos estruturais superáveis são descritos como desafios que podem ser superados diante de ações adotadas durante os processos que envolvem a elaboração e aplicação do Saber a Ensinar. Por outro lado, os obstáculos estruturais contornáveis se caracterizam como desafios que não são capazes de serem superados em toda sua magnitude, a partir da efetivação do Saber a Ensinar, ou seja, só são capazes de serem superados de maneira parcial (FORATO, 2009a).

Na elaboração e posterior aplicação de uma proposta didática de física, orientada por abordagens histórico-filosóficas, os desafios devem ser contornados a partir de negociações e estratégias pedagógicas, diante da impossibilidade de solucionar completamente todos os desafios que envolvem a utilização da HFC no Ensino de Física. Alguns dos desafios são a falta de formação específica do professor para trabalhar com HFC e o tempo didático limitado, sendo importante

[7] O termo obstáculo utilizado por Forato se refere a desafio/dificuldade, e não ao conceito de Obstáculo Epistemológico de Bachelard.

[8] A elaboração do curso piloto, de acordo com a autora, buscou harmonizar as exigências dos campos de conhecimento, prescritos pela dimensão teórica. Possibilitando materializar os desafios apontados pelo referencial teórico em exemplos concretos.

[9] Envolvem o processo de didatização (descontextualização, despersonalização e dessincretização), "entre os domínios epistemológicos, as exigências do projeto educacional e as possibilidades de campo de aplicação didática (a sala de aula)" (FORATO, 2009a, p. 98).

para superar e contornar esses desafios, realizar escolhas e assumir riscos (FORATO, 2009a).

Todos os desafios envolvidos na utilização prática da HFC no Ensino de Física variam de acordo com as características do ambiente de ensino, os objetivos que se deseja alcançar com a utilização desta abordagem em sala de aula, quanto os sujeitos envolvidos, são algumas das influências diretas (FORATO, 2009a). Porém, existem obstáculos dentro deste processo que possuem características comuns dentro das características híbridas das propostas didáticas, como o processo de elaboração/seleção dos textos que serão utilizados na aplicação da proposta.

A tabela a seguir apresenta uma síntese dos obstáculos estruturais superáveis e contornáveis definidos por Forato (2009a):

Tabela 2 – Obstáculos Estruturais (FORATO, 2009, p. 98/119).

	Obstáculos Estruturais	
	Superáveis (OS)	**Contornáveis (OC)**
1	Concepção sobre natureza da ciência adotada a ser apresentada: seleção dos aspectos da natureza da ciência[10].	Concepções ingênuas sobre história e epistemologia da ciência.
2	Seleção de aspectos históricos a enfatizar em cada episódio.	Falta de preparação do professor.
3	Nível de aprofundamento de alguns aspectos históricos.	Inadequação de textos especializados de história da ciência ao ensino médio.
4	Nível de detalhamento do contexto não científico.	Falta de pré-requisitos dos alunos em relação ao conhecimento matemático, físico, histórico, epistemológico e filosófico.
5	Nível de aprofundamento de alguns aspectos epistemológicos.	Possível concepção prévia dos estudantes e professores sobrevalorizando a capacidade da ciência atual em resolver todos os problemas.
6	Se, quando, quanto e como utilizar trechos de fontes primárias para o professor e o aluno.	Enfatizar aspectos científicos ou enfatizar fatores externos à ciência.
7	Formulação discursiva adequada ao nível de escolaridade visado.	Quantidade da informação na forma de textos.
8	Tratar, diacronicamente, diferentes concepções de ciência e pensadores de distintas épocas e conteúdos da história da ciência de difícil compreensão na atualidade.	Extensão X profundidade.
9	Construção de atividades de ensino adequadas sob o ponto de vista pedagógico.	

Fonte: elaborada pelo autor da pesquisa.

Parte dos aspectos mencionados por Forato (2009a), OS1, por exemplo, referem-se à utilização da HFC no ensino médio a fim de enfatizar concepções sobre natureza da ciência no Ensino de Física. Apesar de não se configurarem como orientações absolutas sobre a utilização didática da HFC no Ensino de Física, alguns desses obstáculos são importantes quando se deseja utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, independente dos sujeitos envolvidos e dos objetivos pedagógicos que se pretende alcançar.

Para lidar com os desafios próprios da utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física é importante seguir critérios específicos (FORATO, 2009a; STAUB, 2010). Primeiramente, definir os objetivos educacionais que se pretende alcançar com a utilização da Historia e Filosofia da Ciência em sala de aula

[10] Esse aspecto, de acordo com a autora, é em relação aos trabalhos que utilizam a HFC para pesquisar aspectos relacionados à natureza da ciência.

(FORATO, 2009a; MORAIS & GUERRA, 2013). Os objetivos devem ser pautados em aspectos epistemológicos bem estabelecidos. Em seguida, é realizada a escolha dos conteúdos históricos a serem abordados, levando-se em conta tanto os objetivos pedagógicos pretendidos quanto os aspectos epistemológicos adotados (FORATO, 2009a).

Diversos fatores, além dos didático-pedagógicos, influenciam as escolhas realizadas no momento que se pretende transformar o Saber Sábio para ser inserido no ambiente de ensino (CHEVALLARD, 1991). A influência exercida pelos processos seletivos para ingresso nas instituições de ensino superior, pelos programas educacionais e pelo potencial comercial dos manuais de ensino é bastante presente neste contexto.

O tempo disponível para utilizar a abordagem histórico-filosófica em sala de aula representa um desafio para a utilização da HFC no Ensino de Física. Vários fatores influenciam o cuidado com o tempo didático, dentre eles, destacamos o número pequeno de aulas semanais de física, que devem ser utilizadas para dar conta de uma grande quantidade de conteúdos a serem estudados para uma eventual aprovação nos diversos sistemas de avaliação das universidades brasileiras[11].

Cuidados devem ser tomados para que a utilização da abordagem histórico-filosófica não seja permeada por erros pedagógicos e historiográficos, diante do pouco tempo didático disponível para seu uso (FORATO, 2009a). Os riscos assumidos referem-se a um excesso de omissão de aspectos históricos que possam transformar o conteúdo histórico-científico abordado numa simplificação. Característica que define o conteúdo como uma pseudo-história e ficando aquém do alto padrão de "*verdade, toda a verdade, nada mais que a verdade*" (MATTHEWS, 1995, p.174).

Teixeira et al. (2012b) argumentam que apesar de não haver pesquisas que evidenciam a relação entre tempo de intervenção e qualidade de pesquisa, pode-se afirmar que os efeitos de uma intervenção didática são maiores quando o tempo de

[11] Esse aspecto é um forte exemplo da influência da *noosfera* sobre o sistema educacional brasileiro. Visto que, a maioria das escolas são descritas como boas quando conseguem aprovar uma quantidade significativa de estudantes nos exames vestibulares.

aplicação é mais extenso. A relação saber/duração é um elemento importante para o processo didático, pois "*o processo didático existe como interação de um texto e de uma duração*". (CHEVALLARD, 1991, p. 75).

Com a definição da temática histórica a ser abordada, em ressonância com os outros aspectos citados acima, a elaboração ou seleção dos textos históricos a serem utilizados em sala de aula representa outro desafio. Para além da preocupação com o tempo didático, o conteúdo histórico, entre outras coisas, deve ser escrito de forma a não propagar uma visão simplista do desenvolvimento cientifico.

O professor deve estar atento para não elaborar ou selecionar textos históricos que durante o processo de textualização, descrevam a ciência como constituída por grandes gênios, restrita a poucos sujeitos[12], ou de forma descontextualizada dos problemas sociais de sua época – visão aproblemática e ahistórica da ciência (GIL-PÉREZ et al., 2001).

De acordo com as ideias de Chevallard, a dessincretização, a despersonalização e a descontextualização, assim como a programabilidade, a publicidade e o controle social de aprendizagem do saber, são processos imprescindíveis no momento que o conhecimento científico é textualizado para dar origem ao Saber a Ensinar. Contudo, alguns destes processos podem contribuir negativamente para a elaboração de propostas didáticas de física orientadas pela abordagem histórico-filosófica. A despersonalização do conhecimento histórico a ser contemplado pela proposta didática pode evidenciar uma organização lógica (linear) do conhecimento científico, propagando uma concepção acumulativa de crescimento linear da ciência. Nesse instante, decidir entre as prescrições históricas e didáticas representa um desafio (FORATO, 2009a).

Para tentar evitar erros sobre a história da ciência, o autor deve procurar utilizar fontes historiográficas desenvolvidas por especialistas da área, por profissionais que conhecem as metodologias para a realização de um bom trabalho historiográfico. Os historiadores da ciência não possuem uma profissão reconhecida,

[12] Imagem individualista e elitista da ciência, que segundo Gil-Pérez (2001) ignora o caráter coletivo da ciência, atribuindo o desenvolvimento da ciência a sujeitos dotados de uma inteligência extraordinária, e de seus momentos de insights.

por isso a história da física pode ser escrita por qualquer pessoa. Contudo, apenas profissionais com conhecimento específico na área devem escrever sobre a história da física, para evitar que sejam propagados erros básicos sobre essa área (MARTINS, 2001).

Com a elaboração ou seleção dos textos, o professor/pesquisador deve se preocupar com os momentos históricos abordados nos mesmos. De acordo com Oliveira (2012), o texto deve abordar tanto questões referentes à história interna quanto externa da ciência, ou seja, devem ser descritos aspectos sociais (Influentes) referentes ao momento histórico abordado. Os textos devem ser escritos apresentando a HC como uma evolução dependente do contexto sociocultural, sendo estabelecidas relações entre as transformações científicas e os contextos sociais do período. Porém, o nível de aprofundamento dado aos aspectos internos ou externos da ciência depende dos objetivos pedagógicos pretendidos com a utilização da HFC no ensino (FORATO, 2009a). De acordo com Vannucchi:

> (...) nos cursos de Ciência, devem ser abordadas questões epistemológicas como: o papel da idealização e das experiências de pensamento, a importância das crenças religiosas dos cientistas, os aspectos metafísicos dos grandes debates, além dos fatores políticos, econômicos e sociais do desenvolvimento científico. (VANNUCCHI, 1996).

Por outro lado, Oliveira aponta que:

> (...) faz-se necessário que a História da Ciência aborde o contexto social da construção da ciência no ensino, entretanto, não devemos reduzir a História da Ciência apenas a abordagem sociológica, ou seja, deve haver um consenso entre a abordagem Internalista e Externalista da HC, de modo a proporcionar um melhor entendimento da NDC aos estudantes. (OLIVEIRA, 2012, p. 49).

No que se refere à utilização de fontes primárias, secundárias ou historiográficas sobre a HFC, a escolha feita depende do tipo de pesquisa que se pretende realizar e do tipo de pergunta que se pretende responder com a pesquisa, ou seja, "*há estudos que não requerem necessariamente uma consulta a fontes primárias*" (MARTINS L. A. P., 2005, p. 311). Todavia, Forato et al. (2011) argumentam que a utilização de fontes primárias em sala de aula é perigosa, pois existe o risco de serem realizadas interpretações do passado a partir de ideias e valores do presente (anacronismo). Contudo, coloca a análise crítica de fontes

primárias como uma estratégia para a utilização deste tipo de fonte no Ensino de Física (FORATO, 2009a).

Em meio à importância de que fontes e materiais sejam selecionados, perguntas sejam construídas e decisões sobre a relevância das contribuições de fatores internos e externos sobre a HFC sejam tomadas, devemos estar cientes das perdas inevitáveis que ocorrem no processo que envolve a elaboração de textos históricos. Elaborar os textos da proposta didática acarreta, muitas vezes, em escolhas difíceis, diante das eventuais distorções teóricas que ocorrem durante o processo de elaboração ou seleção dos textos didáticos sobre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física.

A depender do grau de escolarização para o qual a proposta é elaborada, o nível de aprofundamento dos aspectos históricos é um aspecto importante a ser superado. O professor deve estar atento para as simplificações que irá realizar a fim de não realizar uma pseudo-história e entre outras coisas, comprometer os objetivos educacionais que pretende alcançar com a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física (FORATO, 2009a). Matthews (1995), alerta que:

> Na quase-história, tem-se uma falsificação da história com aspecto de história genuína, semelhante ao que Lakatos chamava de "reconstrução racional" da história (1978), onde a história é escrita para sustentar uma determinada versão de metodologia científica e onde as figuras históricas são retratadas à luz da metodologia ortodoxa atual (MATTHEWS, 1995, p. 174).

Entre as possíveis estratégias de utilização da HFC no ensino de ciências, Mathews (1995) defende que a maneira mais eficaz de realizar essa interface é de maneira integrada. Trata-se de apresentar o assunto através de uma abordagem que discute o surgimento e evolução histórico-conceitual em oposição à estratégia não integrada, em que o conteúdo de física, por exemplo, é apresentado de forma independente da sua evolução histórica. A utilização da abordagem histórico-filosófica de forma não integrada ao curso de física pode contribuir para mostrar os desdobramentos científicos descontextualizados de seus aspectos socioculturais (TEIXEIRA et al., 2012b).

Diante dos desafios que envolvem o processo de transposição didática da HFC para o Ensino de Física, o professor apresenta um lugar de destaque, diante de

sua capacidade de contribuir de maneira incisiva na superação desses obstáculos. Os professores podem, por exemplo, ao tratar diacronicamente distintas concepções de ciência, contribuir para uma possível superação de concepções ingênuas sobre história da ciência divulgada pela grande mídia e pelos livros didáticos.

A falta de formação do professor para trabalhar com a HFC é um desafio no contexto que envolve a utilização da abordagem histórico-filosófica no ambiente de ensino (FORATO, 2009a). São necessárias ações e estratégias de pesquisa importantes para contornar esse obstáculo. Uma atenção especial por parte dos pesquisadores, no momento de elaboração de suas propostas didáticas de física, pode contribuir para lidar com o desafio relacionado à falta de formação do professor. Os cuidados devem ser tomados a fim de proporcionar aos professores de física, interessados em utilizar essa abordagem histórico-filosófica em suas aulas, uma aproximação entre a HFC e o Ensino de Física. Tal preocupação passa pela descrição de todo o processo que envolveu a elaboração e aplicação[13] das propostas, para que a mesmas sejam adaptadas aos diferentes contextos de ensino.

Incluir de maneira efetiva a abordagem histórico-filosófica nos cursos de formação inicial e continuada de professores deve contribuir para uma maior utilização da HFC no Ensino de Física. Entretanto, não se trata de supervalorizar a discussão de aspectos científicos a partir da abordagem histórico-filosófica. O objetivo é discutir aspectos histórico-filosóficos dentro das discussões das diversas disciplinas do Ensino de Física, assim como tem sido realizado em diversas intervenções empíricas (CASTRO, 1992; FORATO, 2009b; FORATO, 2010; GUERRA, A. et al., 1998; HARRES, 2002; HÜLSENDEGER, 2004; MORAIS, A. & GUERRA, A., 2013; MOURA & SILVA, 2008), que utilizam diversas temáticas para integrar a história da física em diferentes ambientes de ensino.

Defende-se, portanto, a utilização da abordagem histórico-filosófica em diferentes disciplinas da grade curricular dos cursos de formação de professores, como uma estratégia capaz de contribuir para a superação da lacuna existente entre os diversos argumentos favoráveis a utilização da HFC no ensino de ciências, em especial no de física, e o número limitado de intervenções empíricas dentro desta interface. Almeida destaca que:

[13] Apenas para as propostas que foram aplicadas em sala de aula.

> Não há escolas sem professores. Não há professores sem formação. Não há formação que nos sirva para a vida inteira. É preciso acompanhar o tempo. É preciso perceber as necessidades e as mudanças. Caso contrário, corremos o risco de chegar a determinadas condições didáticas e só então descobrir que elas não são mais úteis. (ALMEIDA, 2011, p. 66).

Mudanças curriculares significativas só se efetivam com a inclusão efetiva de estratégias de ensino inovadoras na formação inicial e continuada dos professores. No que se refere à utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, esperamos que o professor seja capaz, entre tantas outras competências, de realizar uma vigilância epistemológica, capaz de identificar bons materiais didáticos sobre a HFC e o Ensino de Física para serem utilizados em seu contexto escolar. De acordo com Pimenta & Lima:

> (...) os professores são profissionais essenciais nos processos de mudança das sociedades. Se forem deixados à margem, as decisões pedagógicas e curriculares alheias, por mais interessantes que possam parecer não se efetivam, não geram efeitos sobre a sociedade. Por isso é preciso investir na formação e no desenvolvimento profissional dos professores. (PIMENTA; LIMA, 2004, p. 12).

Realizar o diálogo entre qualquer projeto curricular e o ensino não é tarefa fácil, seja para utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física ou não. O Projeto Física de Harvard, por exemplo, que alcançou um número expressivo de alunos do 1º e 2º graus dos EUA, entre meados da década de 1960 e inicio da década de 1970, só funcionou bem enquanto houve assistência para os professores que aderiram ao projeto para aplicar em suas aulas (PENA, 2012).

No Brasil, as propostas educacionais apontadas pelos PCN não alcançam efetivamente as salas de aula, diante da dificuldade dos professores em compreenderem esse documento (RICARDO, 2008), sendo importante realizar ações pedagógicas capazes de aproximar o professor das diferentes metodologias propostas pelos PCN. São necessárias ações capazes de enfatizar o “saber fazer”, que possam ser incorporadas pelos docentes no processo de ensino-aprendizagem, seja para utilização didática da HFC no Ensino de Física ou não.

Hötteche e Silva (2011) definem elementos importantes para a possível superação dos obstáculos que envolvem a utilização da HFC no Ensino de Física.

Criação de grupos colaborativos de professores para a elaboração e adaptação de matérias didáticas sobre a HFC, voltadas para o Ensino de Física, apoiados por especialistas sobre a temática, diretores de escolas, no estímulo pela adoção de estratégias de ensino centradas na HFC, além do suporte dos currículos e documentos normalizadores ao explicitar a utilização da abordagem histórico-filosófica no ensino de ciências, são estratégias que contribuem para a utilização da HFC no Ensino de Física.

Apesar da relevância que as discussões possuem para o processo de transposição didática que envolve a utilização didática da HFC no Ensino de Física, não devemos tomar as mesmas como regras prescritivas para a superação de todos os desafios que envolvem essa interface e, posteriormente, para a elaboração de propostas didáticas, dentro desta perspectiva. Forato destaca que:

> Os requisitos descritos acima devem ser considerados como atributos da análise dos saberes escolares presentes no sistema didático. Dessa forma, eles materializam características dos saberes escolares que tendem a assegurar sua adequação ao sistema escolar, mas não garantir. Devem ser tomados como guias de análise, mais ou menos gerais. (FORATO, 2009a, p. 47).

Entretanto, é necessário reconhecer a importância em se compreender quais as estratégias que estão sendo adotadas pelos autores de propostas didáticas, durante o processo de transposição didática, para a efetivação da HFC no Ensino de Física, em meio a tantos desafios a serem superados para integrar essas duas áreas.

Diante da discussão relativa aos desafios didático-pedagógicos do processo de transposição didática da utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, apontamos a seguir os pontos utilizados para caracterizar as propostas didáticas de física que utilizam a HFC:

- Assunto da física envolvido/Temática abordada;

- Objetivos pretendidos;

- Conteúdo histórico adotado;

- Sujeitos envolvidos;

- Tempo de aplicação da proposta;

- Textos utilizados;

- Estratégias de ensino.

A caracterização contribui para identificação de dados relevantes para a compreensão do processo de transposição didática dos trabalhos e, consequentemente, para a análise das propostas. Além disso, fornece informações relevantes para a elaboração de um panorama sobre as propostas didáticas de Física orientadas por abordagens histórico-filosóficas no Brasil, desenvolvidas nos programas de pós-graduação especializados em ensino de ciências. Porém, antes será apresentada a metodologia que norteia este trabalho, além dos critérios de análise utilizados para responder ao problema de pesquisa em questão.

CAPÍTULO 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O trabalho de mestrado em questão é norteado pelo paradigma qualitativo, paradigma que surgiu em meio às pesquisas da Antropologia e da Sociologia e que, nas últimas décadas, ganhou destaque em outras áreas, como a Educação.

A pesquisa qualitativa costuma ser direcionada, ao longo de seu desenvolvimento, num foco de interesse amplo. O pesquisador procura entender os fenômenos de acordo com a perspectiva da situação estudada e, a partir de então, interpretar os mesmos (LICHTMAN, 2010). Sua questão de pesquisa é caracterizada por uma frase interrogativa sobre algum processo em questão ou fenômeno que está a ser explorado (CRESWELL, 2009).

As pesquisas quantitativas, por sua vez, são tipos de estudos que, geralmente, diante da característica metodológica de suas pesquisas, obtêm dados e aplicam instrumental estatístico para análise dos mesmos. A questão de pesquisa é composta por uma frase interrogativa, caracterizada pela interface entre duas ou mais variáveis, que devem ser capazes de ser testadas empiricamente (CRESWELL, 2009). Ou seja, o foco das pesquisas quantitativas é divergente das adotadas pelos métodos qualitativos.

A realização de uma pesquisa qualitativa requer um recorte temporal-espacial de determinado fenômeno por parte do pesquisador (CRESWELL, 2009). Diante disso, o recorte adotado para a busca de propostas didáticas levou em consideração os trabalhos digitalizados e disponíveis na internet até Outubro de 2013, período que antecede a realização do exame de qualificação que ocorreu em Dezembro de 2013, ou seja, utilizamos trabalhos disponíveis nos bancos de teses e dissertações dos programas de pós-graduação especializados em ensino de ciências, de centros universitários, e principalmente de sistemas públicos de busca[14]. De acordo com Lichtman (2010) a internet, apesar de não ser a única, é uma importante fonte de

[14] Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); Portal Domínio Público; Biblioteca Digital da UNICAMP; Banco de Teses e Dissertações CAPES; Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica, por exemplo.

dados escritos que irá transformar os tipos de dados utilizados em pesquisas qualitativas.

A escolha dos programas de pós-graduação, em que houve a busca de trabalhos, ocorreu a partir da lista disponibilizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Foram selecionados os programas que atendem ao requisito básico estabelecido pela legislação vigente para serem reconhecidos pelo Ministério da Educação por meio do Conselho Nacional de Educação (CNE) e, desta forma, expedir diplomas de mestrado e/ou doutorado com validade nacional. A busca envolveu as seguintes áreas: Ciências Exatas e da Natureza (Física; Ciências; Ensino de Física), Ciências Humanas (Educação; Educação nas Ciências), Ciências Humanas (História das Ciências) e Multidisciplinar (Ensino)[15].

Diante da definição dos programas de pós-graduação, especializados em ensino de ciências, e dos bancos de dados, anteriormente citados, foi realizado a busca das dissertações e teses que apresentavam propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas.

É apresentada, a seguir, uma breve discussão sobre o processo que envolveu a seleção das propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, e a análise das mesmas.

3.1. Coleta de dados

A busca das propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, se deu durante todo o processo que envolveu a revisão de literatura. Realizar a revisão de literatura associada à coleta de dados possibilita certa intimidade com a literatura da área, sendo capaz, entre outras coisas, de ajudar na análise dos dados, possibilitando um diálogo dos resultados com os de outras pesquisas. Essa perspectiva reconhece que não fazemos pesquisa como

[15] Alguns dos programas selecionados foram: Ensino de Ciências (Modalidades: Física, Química e Biologia) da USP/SP; Ensino de Ciências Naturais e Matemática da FURB/SC; Ensino de Física UFES/ES; Ensino, Filosofia e História das Ciências UFBA-UEFS/BA.

uma "tábula rasa", mas carregamos conosco teorias e hipóteses, mesmo que não conscientes delas (GLESNE, 2006).

O levantamento das propostas se concretizou pela procura das mesmas nos bancos de teses e dissertações descritos anteriormente. A seleção destes trabalhos se deu através da utilização de palavras-chaves, como por exemplo: ensino de ciências, ensino de física, abordagem contextual, abordagem histórico-filosófica, História e Filosofia da Ciência, proposta didática e sequência didática. Diante dos trabalhos selecionados, foi realizada a leitura dos títulos, dos resumos, e quando necessário do sumário e da apresentação, a fim de selecionarmos os trabalhos que realmente interessavam a pesquisa. Dessa forma, foram selecionados 22 trabalhos[16] que apresentavam propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, para em seguida ser realizado o processo de análise.

A escolha de propostas didáticas de física disponíveis em trabalhos de pós-graduação (teses/dissertações) se deve ao fato das mesmas apresentarem, em geral, uma proposta de utilização da HFC no Ensino de Física de maneira mais detalhada, aspecto essencial para o tipo de análise pretendida neste trabalho, algo diferente do que ocorre nos artigos, diante do seu número limitado de páginas.

As propostas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, apesar de serem constituída enquanto objeto do Saber a Ensinar, dentro da etapa externa do processo de transposição didática, possuem uma forte influência do professor, que pertence à transposição didática interna (CHEVALLARD, 1991). Essa influência tem sido evidente diante do aumento do número de trabalhos, encontrados na literatura especializada (MORAIS & GUERRA, 2013; TEIXEIRA et al., 2014), que foram elaborados por professores para trabalharem a História e Filosofia da Ciência durante a prática docente.

Por outro lado, a influência de outros setores também é grande, a pressão exercida pelos processos seletivos das instituições de ensino superior no Brasil,

[16] Além dos trabalhos selecionados, tivemos acesso a outras duas propostas didáticas, uma dissertação (TEIXEIRA, 2003) e uma tese (TEIXEIRA, 2010), sobre a abordagem contextual e o Ensino de Física, que não foram consideradas por se tratarem de trabalhos elaborados polo orientador desta pesquisa, o que poderia acarretar em enviezamento na análise feita pelo orientando.

sobre os conteúdos que fazem parte do Saber a Ensinar e, consequentemente, do processo de ensino-aprendizagem é um forte exemplo.

3.2. Critérios de análise

Os critérios para analisar como os autores de teses e dissertações brasileiras lidam com o processo de transposição didática ao elaborarem propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, emergiram dos referenciais teóricos adotados (CHEVALLARD, 1991; FORATO, 2009a). Porém, a revisão de literatura realizada durante todo o processo que envolveu a realização da pesquisa (FORATO, 2010; FORATO; 2012; FREIRE JR., 2002; PEDUZZI, 2001; PENA, 2012; TEIXEIRA, 2012a; TEIXEIRA, 2012b), foi importante para a compreensão e efetivação dos critérios, dentro de um contexto que envolve a utilização didática da HFC no Ensino de Física.

Os critérios emergiram, principalmente, a partir dos desafios apresentados por Forato (2009a), durante a elaboração e efetivação de um curso piloto, que procurou harmonizar as exigências da didática das ciências com as prescrições teóricas da historiografia da ciência, a fim de realizar o processo de transposição didática da HFC para o Ensino de Física. O trabalho de doutoramento de Forato foi desenvolvido e aplicado para uma turma do ensino médio a partir da discussão de episódios históricos da história da luz, com o objetivo de discutir concepções sobre natureza da ciência, em especial, uma visão empírico-indutivista da ciência.

Todos os desafios definidos por Forato (2009a) variam a depender dos fatores que envolvem a utilização da abordagem histórico-filosófica no ambiente de ensino, como os objetivos que se deseja alcançar com a utilização desta abordagem em sala de aula, quanto aos sujeitos envolvidos em sua aplicação. Apesar de serem desafios próprios sobre a utilização da HFC no Ensino de Física, com o objetivo de discutir concepções sobre natureza da ciência no ensino médio, podem ser adaptados para analisar propostas didáticas de física, orientadas por uma abordagens histórico-filosóficas, com características híbridas, ou seja, destinadas a públicos diferentes e para objetivos distintos.

Com o número de propostas selecionadas (22 trabalhos), antes da definição dos critérios de análise, serão adotados dois critérios de corte para o processo de análise a ser realizado nesta pesquisa. O primeiro ponto é analisar apenas propostas que almejam discutir concepções sobre natureza da ciência em seus objetivos pedagógicos. Tal escolha parte da importância atribuída à abordagem histórico-filosófica como uma estratégia pedagógica capaz de contribuir, significativamente, para a compreensão sobre natureza da ciência (MATTHEWS, 1994; PEDUZZI, 2001).

O segundo critério de corte visa analisar apenas as propostas didáticas que utilizam a Gravitação Universal (GU) de Newton como temática. Adotar o segundo critério de corte, parte do pressuposto que realizar uma análise dos desafios que envolvem o processo de transposição didática da HFC para o Ensino de Física requer certo grau de aproximação com o assunto abordado na proposta.

A história da Gravitação Universal é um assunto negligenciado pelos livros textos que formam o Saber a Ensinar dentro do sistema educacional brasileiro. Entretanto, é um assunto, entre outros, capaz de evidenciar debates conceituais que foram importantes para modificar a visão de mundo da humanidade entre os séculos XVI e XVII (TEIXEIRA et al., 2010), e assim contribuir para o questionamento de uma visão distorcida e fragmentada da ciência. Diante dessas características, para além da aproximação do pesquisador com a temática, a escolha da GU representa um compromisso educacional.

Com a definição dos critérios de corte, apenas as propostas didáticas **E** e **Q** foram analisadas com os critérios de análise. Os critérios de corte são definidos da seguinte forma: (a) analisar apenas propostas que almejam discutir concepções sobre natureza da ciência em seus objetivos pedagógicos; (b) analisar apenas as propostas didáticas que utilizam a Gravitação Universal (GU) de Newton como assunto.

Com o objetivo de analisar como os autores de teses e dissertações brasileiras, que almejam discutir concepções sobre natureza da ciência, enfrentam os desafios da transposição didática ao elaborarem propostas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, utilizando como temática a Gravitação Universal

de Newton, os critérios de análise foram definidos da seguinte forma: (1) Aspectos epistemológicos a enfatizar; (2) Seleção dos episódios históricos; (3) Nível de aprofundamento dos aspectos históricos; (4) Fontes dos textos utilizados.

A seguir, é apresentada uma tabela que ilustra os critérios adotados, dentro do processo de análise das propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas, para, posteriormente, descrevermos de maneira específica a definição de todos esses critérios.

Tabela 3 - Critérios de análise.

1.0 Aspectos epistemológicos a enfatizar	Analisar quais e como as visões sobre natureza da ciência são abordadas nas propostas didáticas de física, orientadas por uma abordagem histórico-filosófica.
2.0 Seleção dos episódios históricos.	Analisar se os episódios históricos selecionados contribuem para enfatizar as visões sobre a natureza da ciência abordada.
3.0 Nível de aprofundamento dos aspectos históricos.	Analisar se os episódios históricos selecionados estão num grau de aprofundamento/detalhamento adequado para o nível de escolaridade.
4.0 Fontes dos textos utilizados.	Analisar quais e como são utilizadas as fontes históricas nos textos didáticos que compõem as propostas didáticas.

Fonte: Tabela criada pelo próprio autor.

1.0. Aspectos epistemológicos a enfatizar

Com a definição dos objetivos pedagógicos que se deseja alcançar com a utilização da HFC no Ensino de Física, é necessário selecionar os aspectos epistemológicos a enfatizar (FORATO, 2009a). Logo, o primeiro critério procura analisar as visões sobre natureza da ciência que as propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosófica, pretendem discutir, e como essas concepções são abordadas no corpo da proposta.

Quando se almeja utilizar a HFC no Ensino de Física, a fim de discutir visões sobre natureza da ciência, os objetivos pedagógicos devem ser pautados em aspectos epistemológicos bem definidos. Posteriormente, é preciso escolher os conteúdos históricos a serem abordados, que devem levar em conta tanto os

objetivos pedagógicos pretendidos, quanto os aspectos sobre a natureza da ciência selecionados (FORATO, 2009a).

2.0. Seleção dos episódios históricos

O segundo critério visa analisar os episódios históricos selecionados para compor os textos didáticos, ou seja, se esses episódios contribuem para enfatizar os aspectos epistemológicos selecionados, explicitando a visão sobre natureza da ciência que as propostas pretendem discutir e, consequentemente, os objetivos pedagógicos pretendidos pela utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física.

Diversos fatores, além dos didático-pedagógicos, influenciam as escolhas realizadas no momento que o Saber a Ensinar é elaborado na forma dos manuais de ensino (CHEVALLARD, 1991). Forato ressalta que:

> É importante relembrar que, quando se estabelece um conteúdo de Saber a Ensinar, e necessário levar em conta o projeto político pedagógico da escola, por sua vez, inserido num determinado contexto educacional (FORATO, 2009a, p. 102).

Selecionar o conteúdo histórico e, posteriormente, decidir sobre a relevância dada aos aspectos abordados nos textos que compõem a proposta didática, é um desafio que pode levar à realização de uma simplificação histórica. Deve-se estar atento para as simplificações realizadas a fim de não elaborar uma pseudo-história e entre outras coisas, comprometer os objetivos educacionais que se pretendem alcançar com a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física.

3.0. Nível de aprofundamento dos aspectos históricos

As escolhas realizadas no momento da seleção do conteúdo histórico, que compõe o texto didático da proposta didática, requerem a importância de lidar com os processos de textualização do saber (descontextualização, dessincretização e despersonalização) que respeitem "*a complexidade da dimensão histórico-epistemológica e (...) a necessidade da publicidade do Saber a Ensinar*" (FORATO, 2009a, p. 49). Em meio a esses argumentos, o terceiro critério visa analisar se o

grau de aprofundamento dos episódios históricos está adequado ao nível do público ao qual a proposta didática se destina.

Realizar escolhas que possam conciliar às regras historiográficas e pedagógicas no momento da textualização, em que se busca harmonizar a abordagem histórico-filosófica ao Ensino de Física, dando origem as propostas didáticas, nem sempre serão capazes de evitar perdas (FORATO, 2009a). Os desafios envolvidos nesses momentos emergem no instante em que é preciso decidir qual recorte será adotado a fim de realizar uma contextualização histórica sem construir uma história da ciência distorcida. Os objetivos pedagógicos, o público de interesse, o tempo de intervenção são alguns dos fatores que influenciam diretamente as escolhas a serem realizadas no momento em que o Saber Sábio dá forma ao Saber a Ensinar, que constitui os manuais de ensino, como as propostas didáticas de física.

4.0. Fontes dos textos utilizados

A utilização de fontes primárias ou secundárias na pesquisa sobre a HFC depende do tipo de pesquisa que se pretende realizar e do tipo de pergunta que se pretende responder, pois existem trabalhos de historiadores da ciência que não necessitam de consultas a fontes primárias (MARTINS L. A. P., 2005). Com relação à utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, Forato et al. (2011) argumentam sobre o cuidado da utilização de fontes primárias em sala de aula, diante do risco de serem realizadas interpretações equivocadas sobre a História da Ciência. Contudo, a análise crítica de fontes primárias é uma estratégia para a utilização desse tipo de fonte no Ensino de Física (FORATO, 2009a). Frente a essas questões o último critério procura analisar quais e como são utilizadas as fontes dos textos que compõem as propostas didáticas.

Com a definição dos critérios de análise é relevante destacar que dos nove desafios superáveis definidos por Forato (2009a), envolvidos diretamente no processo de transposição didática da abordagem histórico-filosófica para o Ensino de Física, nem todos deram origem a categorias de análise. O principal motivo para as escolhas realizadas foi selecionar e, posteriormente, transformar em critérios de

análise, os desafios específicos sobre a utilização da HFC no Ensino de Física, excluindo os desafios que compreendemos como importantes para o processo de transposição didática dentro de qualquer abordagem seja ela histórica ou não.

Com a definição dos quatro critérios o processo de análise ocorreu a partir da leitura minuciosa dos trabalhos e, quando necessário, da releitura dos mesmos. Todavia, antes de aplicar os critérios de análise nos trabalhos que atendem aos critérios de corte (Propostas **E** e **Q**), será apresentada uma caracterização geral de todas as propostas didáticas de física selecionadas.

Para realizar a caracterização geral das propostas, a partir das características que entendemos como sendo importantes para a compreensão do processo de transposição didática externa (seção 2.3), elaboramos algumas tabelas e gráficos que serão apresentados no capítulo a seguir.

Essa caracterização contribui para identificação de dados relevantes para a compreensão do processo de transposição didática dos trabalhos e, consequentemente, para a análise das propostas. Além disso, fornece informações relevantes para a elaboração de um panorama sobre as propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas no Brasil, desenvolvidas nos programas de pós-graduação especializados em ensino de ciências.

CAPÍTULO 4.0. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. Caracterização Geral das Propostas Didáticas de Física Orientadas por Abordagens Histórico-filosóficas

Após a seleção dos trabalhos, percebemos a importância de realizar uma caracterização das propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas, apresentadas nas teses e dissertações defendidas nos programas de pós-graduação brasileiros da área de ensino de ciências. Esta caracterização contribui por apresentar um panorama na área, pois fornece informações relevantes sobre esse tipo de publicação na área de pesquisa, capaz, também, de dialogar com outras pesquisas (CARVALHO, 1996; TEIXEIRA et al., 2012b). Pôr em relevo as características das propostas didáticas selecionadas contribui para a identificação das estratégias utilizadas por autores (as) de propostas didáticas para a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física.

Inicialmente, apresentamos uma lista com as 22 propostas selecionadas, publicadas nas formas de dissertação ou tese (Ver Tabela 4). Essas propostas foram nomeadas nas tabelas por ordem alfabética, cujas referências completas encontram-se em anexo (**Anexo A**).

Tabela 4: Propostas didáticas selecionadas.

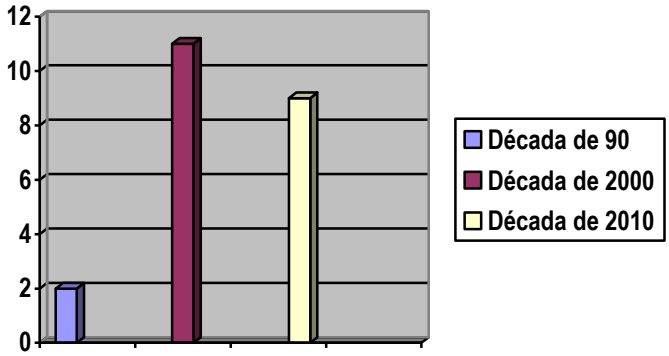
Trabalho	Ano	Dissertação (D)/Tese (T)	Autor	Titulo
A	1996	**D**	VANNUCCHI, A. I.	História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula.
B	1998	**T**	PEDUZZI, L. O. Q.	As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e a filosofia da ciência em um curso de mecânica.
C	2000	**D**	TEODORO, S. R.	A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional.
D	2004	**D**	BASSO, A. C.	O átomo de Bohr no nível médio: uma análise sob o referencial lakatosiano.
E	2005	**T**	GATTI, S. R. T.	Uma análise de uma ação didática centrada na utilização da história da ciência: uma contribuição para a formação inicial do docente de física.
F	2005	**D**	MELO, A. C. S.	Contribuições da epistemologia histórica de Bachelard no estudo da evolução dos conceitos da óptica.
G	2006	**D**	PORTELA, S. I. C.	O uso de casos históricos no ensino de física: um exemplo em torno da temática do horror da natureza ao vácuo.
H	2006	**D**	DUARTE, R. C. B.	Módulo de ensino de mecânica newtoniana com uso de abordagem CTS – histórica.
I	2008	**T**	SILVA, O. H. M.	Um estudo sobre a estruturação e aplicação de uma estratégia de ensino de física inspirada em lakatos com a reconstrução racional didática para auxiliar a preparar os estudantes para debates racionais entre teorias e /ou concepções rivais.
J	2009	**T**	FORATO, T. C. M.	A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz.
K	2009	**D**	IACHEL, G.	Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores.
L	2009	**D**	SILVA, W. L.	A importância de uma abordagem epistemológica na graduação em física.
M	2009	**D**	SILVA, D. A.	. Aspectos epistemológicos da Física newtoniana na formação científica.
N	2010	**D**	PEREIRA, R. A.	A física da música no renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica.
O	2010	**D**	ARTHURY, L. H. M.	A cosmologia moderna a luz dos elementos da epistemologia de Lakatos.
P	2010	**T**	MELO, A. C. S.	Transposição didática do modelo de Huygens: uma proposta para a física escolar.
Q	2011	**T**	DANIEL, G. P.	História da ciência em um curso de licenciatura em física: a gravitação newtoniana e a gravitação einsteiniana como exemplo.
R	2011	**D**	HENRIQUE, A. B	Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da Cosmologia.
S	2011	**D**	CORDEIRO, M. D.	Dos Curie a Rutherford: aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica.
T	2011	**D**	FILHO, M. A.	Demanda epistemológica no ensino de física.
U	2012	**D**	SCHIRMER, S. B.	Textos originais de cientistas e textos sobre história das ideias da ciência na formação inicial de professores de Física.
V	2012	**T**	MOURA, B. A.	Formação crítica-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da história da ciência.

Fonte: Elaborada pelo autor desta pesquisa baseado no trabalho de Teixeira (2012a; 2012b).

Diante dos dados disponíveis na tabela 4 é possível identificar que a maioria das propostas didáticas selecionadas foi desenvolvida durante uma pesquisa de mestrado (68% do total).

A partir dos dados da tabela 4, foi elaborado o gráfico 1.

Gráfico 1: Distribuição por década, do número de propostas didáticas selecionadas (total = 22 propostas)



Fonte: elaborada pelo autor da pesquisa.

Os dados da tabela 4 e do gráfico 1 são capazes de evidenciar um crescimento no número de propostas produzidas nas três décadas, ou seja, um aumento no número de pesquisas que buscam integrar a HFC ao Ensino de Física. Na década atual, em quatro anos de busca (2010 – 2013), o numero de trabalhos selecionados (9 propostas didáticas) é quase igual ao número de propostas selecionadas na década anterior (11 propostas didáticas), dados que refletem uma tendência de crescimento na área.

O processo de seleção das propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, pode ser apontado como uma limitação deste trabalho, pois a seleção de propostas didáticas se restringiu a teses e dissertações digitalizadas e disponibilizadas na web, em bancos públicos de teses e dissertações, que é algo que somente tem se tornado comum nas últimas duas décadas, em função da maior disponibilidade de acesso às tecnologias de informação e comunicação. Dessa forma, devem existir propostas didáticas envolvendo a HFC e o Ensino de Física defendidas em décadas anteriores, ou mesmo nas três últimas

décadas, que não foram disponibilizadas na rede e, consequentemente, não foram selecionadas por conta do método de coleta de dados utilizados nessa pesquisa.

O Portal Domínio Público, por exemplo, foi lançado em novembro de 2004 com o objetivo de colocar à disposição de todos os usuários da rede mundial de computadores - Internet - uma biblioteca virtual de referência para professores, alunos, pesquisadores e para a população em geral. O banco de teses e dissertações da CAPES, por sua vez, disponibiliza o acesso a informações sobre teses e dissertações defendidas junto a programas de pós-graduação do país a partir de 1987, através das informações fornecidas diretamente a Capes pelos respectivos programas.

Apesar das limitações que envolvem a metodologia de seleção dos dados dessa pesquisa, podemos afirmar que a tendência de crescimento apontada no gráfico 1 encontra acordo em outros trabalhos. Carvalho e Vannucchi (1996) pontuaram um panorama de crescimento entre a área da HFC e o Ensino de Física no Brasil no início da década de noventa. Panorama de crescimento realizada a partir da análise das propostas curriculares e dos trabalhos apresentados, disponíveis nas ATAS, nos diferentes congressos especializados em Ensino de Física realizados no início da década de noventa.

Todavia, o número significativo de discussões efetivadas pela realização de palestras, mesas-redondas, etc., de acordo com a análise realizada por Carvalho e Vannucchi (1996), não foi capaz de gerar, na mesma proporção, um número significativo de trabalhos, visto que, o número de propostas curriculares discutidas era muito superior ao número de trabalhos apresentados envolvendo a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino de Física.

No caso do Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) realizado em 1993, os dados ilustrados por Carvalho e Vannucchi (1996) mostram que o número de propostas curriculares apresentadas sobre a abordagem histórico-filosófica é mais expressivo, num total de cinco propostas curriculares, 23% do total, ao passo que a quantidade de trabalhos apresentados envolvendo a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Física representam apenas 7,3% do total. Podemos então concluir que a discussão teórica envolvendo a abordagem histórico-filosófica no

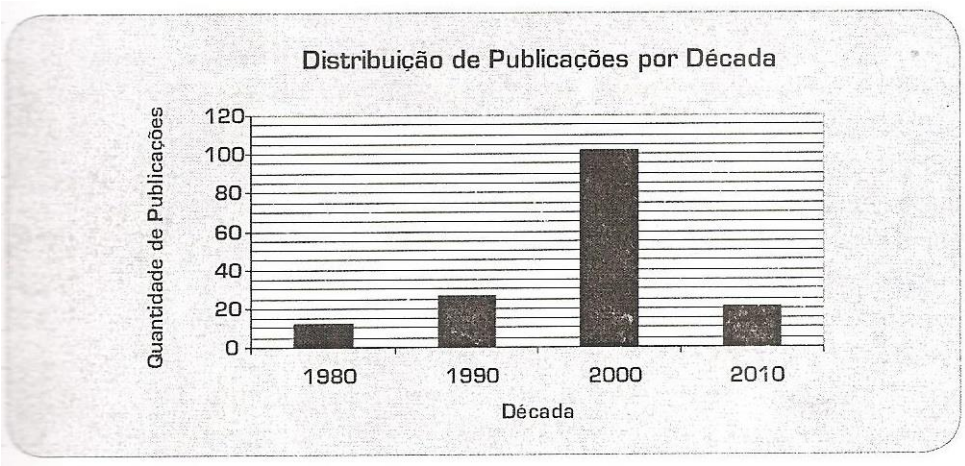
Ensino de Física, no início da década de noventa, não foi capaz de contribuir, na mesma proporção dos debates realizados, para um aumento significativo de trabalhos sobre essa temática oriundos de sua implementação didática em sala de aula. Diante disso, é preciso questionar como as discussões sobre a utilização didática da HFC no Ensino de Física avançaram, após quase duas décadas.

Durante os Encontros de Pesquisadores em Ensino de Física (EPEF), realizados entre 2002 e 2010, Schirmer (2011) identificou que a discussão sobre a utilização de abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física cresceu, e que o número de propostas implementadas em sala de aula tem aumentado, apesar de ainda serem insuficientes (SCHIRMER, 2011). Para Teixeira et al. (2012a; 2012b) ainda é preciso um número maior de pesquisas empíricas, que possam investigar os reais aspectos sobre os quais a HFC é capaz de promover melhorias no Ensino da Física.

Os resultados sintetizados no gráfico 1 descrevem uma tendência de crescimento, para a década atual, do número de trabalhos (teses e dissertações) que procuram integrar a História e a Filosofia da Ciência ao Ensino de Física, pois o número de propostas didáticas selecionadas nos quatro primeiros anos dessa década, (9 trabalhos), é quase igual ao total (11 trabalhos) de propostas didáticas encontradas em toda a década anterior. Estes resultados também encontram acordo nos trabalhos desenvolvidos por Teixeira et al. (2012a; 2012b) que, diferente do trabalho de Carvalho (1996) que analisou as ATAS dos congressos, e dessa pesquisa que analisa teses e dissertações, analisou artigos de pesquisa.

A partir da busca por artigos disponíveis nas principais revistas especializadas em Ensino de Ciências e Ensino de Física internacionais e brasileiras, respectivamente, Teixeira et al. (2012a; 2012b) apresentaram o estado da arte das pesquisas que investigam intervenções didáticas orientadas por abordagens histórico-filosóficas no Ensino de Física. No cenário brasileiro, em especial, identificaram um aumento significativo do número de pesquisas que abordam o uso didático de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física nas últimas décadas, além de uma tendência de crescimento para os anos seguintes. Esses dados são descritos nas figuras abaixo:

Figura 2: Panorama das publicações na área da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciência, ao longo das décadas (extraído de TEIXEIRA et al., 2012b).



Os dados da década atual, descritos na figura acima, foram coletados entre 2010 e o primeiro semestre de 2011, porém Teixeira et al. (2012b) encontraram quase o mesmo número de trabalhos selecionados em toda a década de 1990. Essa característica, segundo Teixeira et al. (2012b), representa uma tendência de crescimento da na área que envolve a utilização da HFC no Ensino de Física.

Diante dos dados descritos acima, podemos concluir que o número de artigos que tratam desta temática tem crescido ao longo dos anos, apesar de ainda ser grande a assimetria entre o grande número de argumentos favoráveis à utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino da Física e o pouco número de intervenções didáticas em sala de aula (FREIRE JR., 2002; TEIXEIRA, 2012b; CARVALHO & VANNUCCHI, 1996).

Por fim, esperamos que o interesse e a discussão sobre a utilização didática da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, sintetizados pelos resultados de pesquisas descritos anteriormente, e por essa pesquisa em especial, possam, entre outras coisas, contribuir para um número maior de intervenções empíricas dentro da área que envolve a HFC e o Ensino de Física. Para isso, é necessário compreender como o conteúdo histórico-filosófico tem sido transformado para ser inserido no ambiente de ensino, que é o que trata a presente pesquisa. Nesse

contexto, a transposição didática tem sido apontada como um elemento capaz de contribuir para essa discussão (FORATO, 2009a; ROSA, 2006; STAUB, 2010).

Para que venhamos compreender os processos que envolvem a utilização da HFC no Ensino de Física será realizada, a seguir, a caracterização geral das propostas didáticas selecionadas. Serão levados em consideração os seguintes aspectos: temática/conteúdo histórico abordado; objetivos pedagógicos; fontes dos textos utilizados; nível de ensino/duração de aplicação; e estratégias de ensino. O objetivo desta caracterização, além de fornecer informações relevantes sobre as propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas no Brasil, é identificar características importantes sobre o processo de transposição didática das propostas didáticas selecionadas.

Tabela 5: Caracterização geral das propostas didáticas.

Trabalho	Temática - Conteúdo histórico abordado	Objetivos Pedagógicos	Fontes dos textos Utilizados	Nível de ensino - Duração de aplicação[17]	Estratégias de ensino utilizadas na proposta.
A	Ótica - Aperfeiçoamento da Luneta.	Levar para a sala de aula discussões que envolvem a relação entre Ciência e Tecnologia e o papel dos referentes teóricos dos cientistas na observação e interpretação dos dados. Promover nos estudantes consciência para questões importantes, despertando seu interesse pelos desdobramentos da ciência.	Elaborados pela própria pesquisadora.	2° ano do Ensino Médio - Não especificado.	Aula expositiva que possibilitou discussão, atividades em grupo, resoluções de problemas.
B	Mecânica[18]	Contribuir para promover a evolução conceitual, a resolução significativa de problemas de lápis e papel e uma concepção não empirista do desenvolvimento científico.	Textos elaborados pelo autor.	Graduação em física - Um semestre.	Leitura prévia dos textos, discussões, aula expositiva, resoluções de problemas, resolução de questionário e formulação de questões.
C	Mecânica - Atração Gravitacional	Fornecer aos docentes elementos de reflexão que lhes proporcionem mudanças de postura, através do questionamento da visão de ciência enquanto processo de construção e sobre sua própria prática de ensino.	Textos elaborados pelo próprio autor, a partir de fontes primárias e secundárias	Formação continuada de professores. - Quatro partes.	Trabalho coletivo com realização de debates e sínteses.
D	Física Moderna - Átomo de Bohr	Contribuir para o ensino do átomo de Bohr no nível médio.	Texto elaborado pelo autor[19].	Professores do ensino médio - Não especificado.	Leitura do texto.

[17] Característica que aponta o tempo e o nível de aplicação proposta, porém não procura afirmar se a mesma foi realmente aplicada em sala de aula.

[18] O texto da proposta é composto de quatro livros: Livro 1: Introdução ao estudo de vetores, à cinemática unidimensional e a resolução de problemas de física; Livro 2: Força e Movimento: de Thales a Galileu; Livro 3: Força e Movimento: de Descartes a Newton; Livro 4: A teoria da relatividade especial: contexto histórico e conceitos básicos.

[19] O trabalho em questão não foca na elaboração de uma proposta didática, apenas na construção de um texto, baseado no referencial de Lakatos, com o intuito de contribuir para o ensino do átomo de Bohr no nível médio.

Trabalho	Temática - Conteúdo histórico abordado	Objetivos Pedagógicos	Fontes dos textos Utilizados	Nível de ensino - Duração de aplicação[20]	Estratégias de ensino utilizadas na proposta.
E	Mecânica - Atração gravitacional	Promover discussões sobre a existência e persistência das concepções alternativas sobre a evolução histórica do tema atração gravitacional/ Questionar a visão simplista e cumulativa da construção do conhecimento científico.	Textos de natureza histórica elaborados pelo próprio autor, a partir de fontes secundárias sobre a temática abordada.	Formação de professores (S) - 12 meses	Aulas expositivas, debates em grupo, construção do modelo de mundo a partir das concepções prévia dos alunos e reflexão sobre a prática docente.
F	Óptica[21]	Ilustrar um diálogo entre a história e a filosofia da ciência em uma disciplina de "Evolução dos conceitos da Física". Desta forma, contribuir para uma visão mais crítica da natureza e construção da ciência óptica na formação inicial de professores e pesquisadores.	Texto elaborado pelo autor.[22]	Graduação em física - 16 horas aula	Leitura prévia dos textos e aulas expositivas dialogadas.
G	Mecânica - Hidrostática (Natureza do vácuo)	Abordar de maneira explícita aspectos conceituais da natureza da ciência, rompendo com a perspectiva deformada do ensino de ciências baseado na mera transmissão dos produtos do conhecimento científico.	Texto elaborado pelo próprio autor.	1º série do ensino médio[23] - Não especificado.	Roda de leitura, debate, resolução de questões cotidianas, proposta e construção de experimentos.
H	Mecânica - Satélites (CTS)	Auxiliar professores de física a ensinar Mecânica Clássica a partir de um contexto social e histórico.	Manual de ensino[24].	Ensino Médio - Não especificado	Leitura dos textos e exposição dialogada.

[20] Característica que aponta o tempo e o nível de aplicação proposta, porém não procura afirmar se a mesma foi realmente aplicada em sala de aula.
[21] A proposta em questão discute aspectos da evolução da óptica sem realizar um recorte histórico específico sobre o assunto.
[22] A Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução da Óptica: as controvérsias acerca da natureza da luz.
[2323] De acordo com o próprio autor, "Essas lições poderão ser utilizadas também no início de um curso para o 1º e 2º ano para mostrar como é a dinâmica de construção do conhecimento científico" (PORTELA, 2006, p. 94).
[24] O material elaborado pelo autor é denominado de Módulo de Ensino, o mesmo é organizado em dois CDS com apresentações em Power Point e em dois textos de apoio, além de um material de apoio ao professor.

Trabalho	Temática - Conteúdo histórico abordado	Objetivos Pedagógicos	Fontes dos textos Utilizados	Nível de ensino - Duração de aplicação[25]	Estratégias de ensino utilizadas na proposta.
I	Termologia - Calor e Temperatura (Teoria do Calórico versus Teoria Cinética-Molecular)	Exemplificar situações racionais de comparação entre teorias rivais.	Textos elaborados pelo próprio autor.	Formação de professores - 5 horas aula	Aulas expositivas, leitura de textos, experimento demonstrativo e exibição de filmes.
J	Ótica	Utilização da história da ciência em ambiente escolar com a finalidade de discutir aspectos empíricos da natureza da ciência.	Elaborados pela pesquisadora, a partir de fontes primárias e secundárias.	2° ano do Ensino médio - 20 horas-aula	Aulas expositivas, discussão dos textos, imagens e representações de fenômenos ópticos, resolução de questões, debate entre grupos, apresentação teatral, quebra-cabeça, avaliação e Festival Cultural
K	Astronomia - Sistema Solar	Desenvolvimento profissional quanto à prática de ensino de conteúdos relacionados à Astronomia.	Textos historiográficos[26].	Formação continuada de professores - 33 horas.	Leituras de textos, discussão dos mesmos, atividade prática (Oficina para a construção de uma luneta), além de uma observação celeste com o material produzido.
L	Epistemologia da ciência[27]	Incentivar estudantes de graduação em física a se aprofundarem no estudo sobre a Filosofia da Ciência.	Texto elaborado pelo próprio autor[28].	Graduação em física - 8 horas aula	Aulas expositivas, apresentação de textos, debates, resolução de situações problemas.

[25] Característica que aponta o tempo e o nível de aplicação proposta, porém não procura afirmar se a mesma foi realmente aplicada em sala de aula.
[26] Textos de divulgação científica escritos por autores da área do ensino de Astronomia.
[27] O trabalho em questão procurou discutir a importância de uma abordagem filosófica da Ciência na graduação em física. Para tanto, abordou temas ligados ao estudo da epistemologia, por exemplo: o papel da experimentação na construção do conhecimento cientifico e o critério de validação das teorias científicas e sua mudança ao longo da história.
[28] O autor elaborou um paradidático para o minicurso: Há Filosofia na Física!? Uma introdução de Filosofia para graduandos em ciências.

Trabalho	Temática - Conteúdo histórico abordado	Objetivos Pedagógicos	Fontes dos textos Utilizados	Nível de ensino - Duração de aplicação[29]	Estratégias de ensino utilizadas na proposta.
M	Epistemologia da Ciência - Física newtoniana[30]	Apresentar o período de desenvolvimento da física newtoniana como um instrumento epistemológico e histórico para a contraposição de concepções problemáticas sobre a ciência.	Textos elaborados pelo autor.	Graduação em física - Não especificado.	Não especificado.
N	Ondas (Som) - Acústica Renascentista.	Pesquisar sob uma perspectiva histórico-epistemológica o desenvolvimento da acústica musical no Renascimento.	Não especificado.	Ensino Médio - Não especificado.	Exposição didática/Utilização de Software/Construção de instrumentos musicais de baixo custo/Leitura de textos históricos/Construção de diálogos fictícios/Música/Realização de experimentos.
O	Astronomia - Cosmologia Moderna	Aproximar aspectos históricos e filosóficos da ciência ao ensino de física, possibilitando um ensino mais comprometido com a natureza da ciência.	Texto elaborado pelo autor.	Graduação em física - Não especificado	Leituras dos textos, aula expositiva, seminários e apresentação eletrônica.
P	Óptica - Modelo de Huygens	Discutir aspectos fundamentais do modelo ondulatório de Huygens que conduzem à construção do modelo atual de ondas.	Textos elaborados pelo autor.	Graduação em física - Não especificado.	Não especificado.
Q	Mecânica - Gravitação Newtoniana e Gravitação Einsteiniana.	Melhorar a compreensão da natureza da ciência e do processo histórico de construção das teorias e conceitos científicos de futuros professores.	Livros didáticos/Textos historiográficos (livros e artigos).	Formação de professores - 20 horas-aula .	Apresentação dialogada/Discussão dos textos/Questão problema/Avaliação escrita/Exibição de documentário.

[29] Característica que aponta o tempo e o nível de aplicação proposta, porém não procura afirmar se a mesma foi realmente aplicada em sala de aula.

[30] Por se tratar de um trabalho que discute aspectos epistemológicos da física newtoniana o autor apresenta discussões que abordam questões referentes de toda obra de Newton (Mecânica, Óptica e Gravitação).

Trabalho	Temática - Conteúdo histórico abordado	Objetivos Pedagógicos	Fontes dos textos Utilizados	Nível de ensino - Duração de aplicação[31]	Estratégias de ensino utilizadas na proposta.
R	Astronomia - Cosmologia (Controvérsia entra a teoria do Big Bang e o do Estado Estacionário).	Fornecer subsídios para que se possa ensinar Cosmologia com uma abordagem histórico-filosófica e filosófica. Discutir certos aspectos da natureza da ciência.	Fonte histiriográfica: Big Bang Brasil. Adaptado de Ceticismo, Ciência e Tecnologia (NOGUEIRA, 2007).	Formação de professores - 10 horas-aula.	Aulas expositivas dialogada/Leitura de textos/Debates/Apresentação de seminários/Realização de uma peça de teatro/Exibição de documentário.
S	Física Moderna - Radioatividade.	Desenvolver a implementação de três aulas (de cunho histórico, epistemológico e didático) sobre a radioatividade/Analisar a transposição didática operada sobre o fenômeno da radioatividade e suas consequências para o ensino.	Textos elaborados pela própria autora.	Formação de professores - 6 horas-aula	Aula expositiva/Leitura de textos/Debates.
T	Mecânica - Velocidade/Força[32]	Criar uma demanda epistemológica que auxilie no aprofundamento dos conceitos científicos relacionados a mecânica, levando professores e alunos a se aproximarem desses conceitos.	Textos elaborados pelo próprio autor.	Primeira série do ensino médio - Ano letivo	Leitura dos textos, discussão em sala.
U	Ótica - Conflito entre a teoria corpuscular e ondulatória.	Avaliar a utilização de Textos Originais de Cientistas (TOC) e Textos sobre a História das Ideias da Ciência (THIC) no Ensino de Física.	Fontes primárias e secundárias.	Formação de professores - 9 Aulas.	Aulas expositivas dialogadas/Leitura de textos/Discussão em sala.

[31] Característica que aponta o tempo e o nível de aplicação proposta, porém não procura afirmar se a mesma foi realmente aplicada em sala de aula.
[32] O autor discutiu aspectos da História e Filosofia da Ciência em meio aos assuntos da mecânica, dando ênfase aos aspectos relacionados à velocidade e força.

Trabalho	Temática - Conteúdo histórico abordado	Objetivos Pedagógicos	Fontes dos textos Utilizados	Nível de ensino - Duração de aplicação[33]	Estratégias de ensino utilizadas na proposta.
V	Óptica/Eletromagnetismo - História da Óptica e do Eletromagnetismo[34]	Oferecer subsídios para desenvolver a formação crítico-transformadora de professores, a partir de uma visão mais clara do processo de construção do conhecimento científico.	Textos elaborados pelo autor.	Formação de professores - 30 horas-aula	Leitura de textos, discussões, análise experimental, aulas expositivas, problematização e elaboração de material didático.

Fonte: Tabela baseada nos trabalhos de Teixeira (2012a; 2012b).

[33] Característica que aponta o tempo e o nível de aplicação proposta, porém não procura afirmar se a mesma foi realmente aplicada em sala de aula.

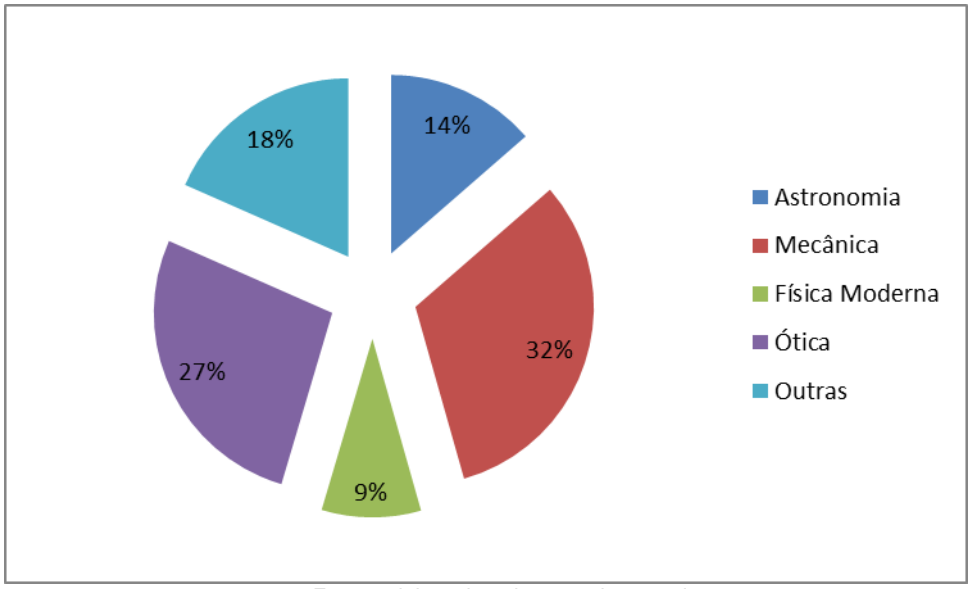
[34] A aplicação da proposta foi dividida em quatro episódios: (1) As teorias sobre a luz de Huygens, Newton, Young e Fresnel; (2) Os experimentos com prismas e a heterogeneidade da luz branca; (3) Galvani, Volta e a invenção da pilha; e (4) Oersted e a descoberta do eletromagnetismo.

A tabela 6 apresenta uma caracterização geral das propostas didáticas selecionadas, porém, a seguir, será realizada uma discussão de todas as características destacadas ao longo dessa tabela, com o objetivo de elaborar uma melhor compreensão sobre os aspectos descritos.

4.1.1. Temática/Conteúdo Histórico Abordado

A partir da caracterização das propostas didáticas, foi constatado um número significativo de trabalhos que abordam assuntos de Mecânica Clássica (32%) e Ótica (27%). As demais propostas tratam de temáticas diversas: Ondas, Astronomia, Termodinâmica (Termologia) e Física Moderna Contemporânea (FMC), além de dois trabalhos (9%) que abordam a Epistemologia da Ciência no ensino de física.

Gráfico 2: Distribuição por assunto, das propostas didáticas selecionadas. (total = 22 propostas).



Fonte: elaborado pelo autor da pesquisa.

Resultado semelhante é observado nos trabalhos de Teixeira et al. (2012a; 2012b), que encontraram grande predominância de trabalhos que tratam de

Mecânica Clássica no Brasil (43%), e forte incidência de trabalhos que abordam ótica clássica no cenário internacional (45%)[35].

Esse resultado reflete o excesso de mecânica clássica nos livros didáticos, nos programas do ensino médio e nos processos seletivos para ingresso nas instituições de ensino superior (AZEVEDO et al., 2009). Entretanto, a falta de aspectos de FMC nas propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas está, também, relacionada a uma tradição na área de Ensino de Física no Brasil e no mundo, cuja predominância de trabalhos que abordam assuntos sobre a Mecânica Clássica é grande (TEIXEIRA et al., 2012a).

Durante a caracterização dos trabalhos foi constatado que a maioria dos autores não define os critérios utilizados pelos mesmos na escolha do conteúdo a ser trabalhado durante a aplicação da proposta didática. A definição do conteúdo está relacionada com o objetivo pedagógico pretendido com a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física (FORATO, 2009a). O autor (a) deve se preocupar em selecionar um conteúdo capaz de contribuir para que os objetivos pedagógicos sejam alcançados, apesar de não terem garantia de que isso ocorra. Não apresentar os critérios de seleção do conteúdo que compõe a proposta didática representa um problema metodológico, identificado em 91% dos trabalhos selecionados.

Apenas os trabalhos **J** e **I** explicitam o motivo de suas escolhas. A proposta **J** utiliza a descrição de conteúdos relacionados à Astronomia presentes nos PCN e na Proposta Curricular Estadual do Estado de São Paulo para selecionar os assuntos a serem abordados. Diante da grande quantidade de assuntos a serem contemplados, de acordo com esses documentos, o autor opta por discutir o Sistema Solar, a partir da seguinte justificativa: *"antes de sairmos de nossa vizinhança rumo ao universo, devemos conhecer os seus conceitos partindo do planeta Terra"* (SILVA, O. H. M., 2008, p. 54). Para a autora da proposta **I**, a complexidade envolvida no processo de substituição da teoria corpuscular da luz pela teoria ondulatória, no início do século XIX, e a importância do conceito de éter luminífero nesse contexto, é uma importante ferramenta para a discussão sobre natureza da ciência no ambiente

[35] No cenário brasileiro foram analisados 14 trabalhos e 11 no cenário internacional.

educacional, sendo esse o motivo de escolher a ótica como temática da proposta didática.

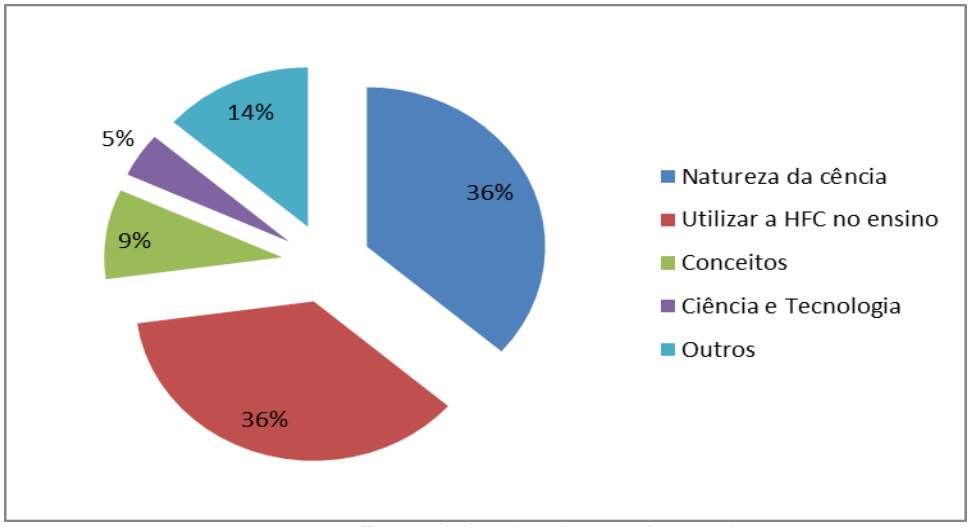
Assim como a temática abordada nas propostas, diversos outros fatores são importantes para a compreensão e possível superação de desafios que compõem a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. Diante disso, a seguir são analisados, individualmente, todos os aspectos observados durante o processo de caracterização das propostas.

4.1.2. Objetivos pedagógicos

Os objetivos pedagógicos que se deseja alcançar com a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física são variados: relação entre Ciência e Tecnologia, promover o aprendizado de conceitos, utilizar a HFC no ensino, entre outros. Contudo, existem trabalhos em que os objetivos pedagógicos se sobrepõem.

Entre os objetivos pedagógicos almejados pela utilização da HFC no Ensino de Física, um número significativo de propostas didáticas, aproximadamente 36%, procura discutir aspectos sobre natureza da ciência.

Gráfico 3: Distribuição dos objetivos pedagógicos almejados pelas propostas didáticas selecionadas. (total = 22 propostas).



Fonte: elaborado pelo autor da pesquisa.

No cenário nacional e internacional Teixeira et al. (2012a) e Teixeira et al. (2012b), respectivamente, encontraram resultados semelhantes. Todavia, nos trabalhos internacionais foram observadas pesquisas que procuraram melhorar as atitudes dos alunos em relação à ciência, a partir do uso didático da HFC no Ensino de Física, algo que não foi detectado nos trabalhos nacionais, ocorrendo o mesmo nas propostas didáticas analisadas nesta pesquisa.

Segundo Vilas Boas et al. (2013), a literatura sobre o ensino de ciências no Brasil e no mundo assumiu um consenso sobre a utilização didática da abordagem histórico-filosófica no ensino de ciências. Neste contexto, a abordagem histórico-filosófica tem sido defendida, tanto por pesquisadores da área quanto pelos PCN, como uma estratégia pedagógica capaz de contribuir significativamente com o ensino de alguns aspectos sobre natureza da ciência (PEDUZZI, 2001; PAGLIARINI, 2007). Para Matthews (1994), a utilização didática da HFC é uma estratégia importante para melhorar a compreensão de estudantes sobre natureza da Ciência.

Existe uma corrente de pesquisadores que defendem a ideia de consenso sobre natureza da ciência no ensino de ciências, característica identificada entre os autores das propostas didáticas selecionadas. Todavia, outro grupo de pesquisadores descreve que a ideia de consenso sobre natureza da ciência apresenta uma imagem estreita e monolítica da ciência, pois trata diferentes áreas das ciências como semelhantes e que por isso deve ser abandonada (IRZIK & NOLA, 2010).

A proposta **F**, por exemplo, visa contribuir para uma visão mais crítica da natureza e construção da ciência óptica na formação inicial de professores e pesquisadores, a partir da ilustração de um diálogo entre a história e filosofia da ciência. Enquanto a proposta **O** objetiva um ensino mais comprometido com a natureza da ciência ao aproximar aspectos históricos e filosóficos da ciência ao ensino de física. A proposta **G**, por sua vez, busca romper com a perspectiva do ensino de ciências baseado na mera transmissão dos resultados do conhecimento científico ao abordar de maneira explícita aspectos conceituais da natureza da ciência.

Entretanto, apesar de não ser o objetivo principal proposto pelos autores, a discussão sobre aspectos da natureza da ciência se encontra entre os objetivos

específicos de outras propostas didáticas. O trabalho **S**, por exemplo, ao propor avaliar o processo de transposição didática sobre o fenômeno da radioatividade que ocorre no ensino, contrastou o discurso dos sujeitos da pesquisa com certas imagens “equivocadas” do trabalho científico. Ocorre o mesmo com a proposta didática **U** que, ao almejar avaliar a utilização de Textos Originais de Cientistas (TOC) e Textos sobre a História das Ideias da Ciência (THIC) no Ensino de Física, a partir da aplicação da proposta num curso de formação de professores, apontou como um dos objetivos específicos, superar visões inadequadas sobre a Ciência. Enquanto que a proposta **E**, ao dar ênfase ao estudo das influências da evolução dos modelos de mundo na descrição dos fenômenos terrestres propôs, também, uma reflexão sobre a visão ingênua da ciência neutra.

Entre os trabalhos desenvolvidos para serem utilizados em cursos de formação continuada de professores, as propostas **C** e **K**, em especial, selecionaram como conteúdo a Atração Gravitacional (Proposta **I**) e o Sistema Solar (Proposta **K**), tendo como um dos objetivos auxiliar professores de física a ensinar a matéria, a partir de uma abordagem histórico-filosófica. A proposta **L**, um dos trabalhos que discutem filosofia da ciência, possui como principal objetivo pedagógico incentivar alunos de licenciatura em física a estudarem filosofia da ciência.

A partir da caracterização das temáticas abordadas pelas teses e dissertações é possível identificar o primeiro aspecto positivo das propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas, desenvolvidas no cenário educacional brasileiro: atender uma diversidade de objetivos pedagógicos. Isso mostra que, apesar da relevância em um número maior de intervenções empíricas para o estudo sobre as reais contribuições que a abordagem histórico-filosófica traz para o ensino de ciências (TEIXEIRA et al., 2012a), os professores e pesquisadores interessados na interface entre a HFC e o Ensino de Física procuram utilizar a abordagem histórico-filosófica para distintos objetivos pedagógicos.

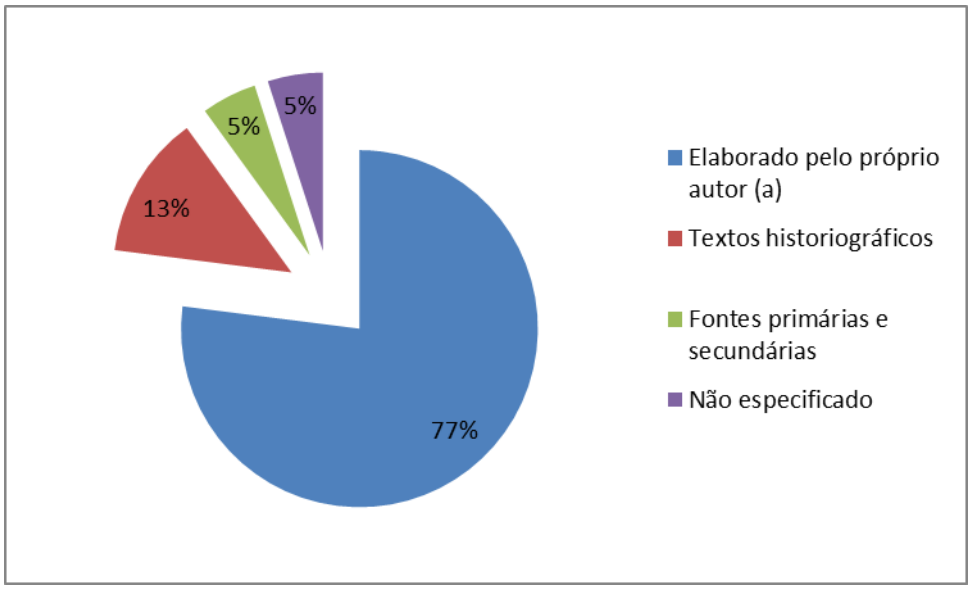
4.1.3. Fonte dos textos utilizados

Em meio à diversidade de objetivos pedagógicos pretendidos com a utilização didática da HFC no Ensino de Física surge o desafio de selecionar/elaborar os textos que devem compor a proposta didática. Para isso, de acordo com Martins (2001), devem ser utilizadas fontes historiográficas desenvolvidas por especialistas da área. Nesse caso, vamos caracterizar os tipos de fontes utilizadas pelos autores das propostas didáticas selecionadas.

Os textos de abordagem histórico-filosófica utilizados nas propostas didáticas selecionadas são, em sua maioria, desenvolvidos pelos próprios autores, os quais se baseiam em fontes primárias e secundárias. A proposta **L** desenvolveu um material paradidático para o minicurso que compõe a intervenção didática com o objetivo de introduzir filosofia da ciência para futuros professores de física. Enquanto que a proposta **G** desenvolveu, a partir da utilização de fontes primárias e secundárias, um livro paradidático. Esse material, entre outros aspectos, aborda questões relacionadas à filosofia da ciência a partir da discussão de problemas e experimentos históricos.

Apesar das características que se superpõem, as fontes dos textos utilizados podem ser classificadas da seguinte forma:

Gráfico 4: Distribuição dos tipos de fontes de textos, das propostas didáticas selecionadas. (total = 22 propostas).



Fonte: elaborado pelo autor da pesquisa.

Um exemplo da superposição de fontes de textos utilizados é a proposta didática **Q**, que selecionou textos historiográficos e didáticos, além de elaborar um dos textos que formam o trabalho.

A proposta didática **S** utiliza como textos base, para as discussões realizadas na proposta didática, artigos que foram publicados nas revistas: Caderno Brasileiros de Ensino de Física (CBEF) e Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)[36]. Os textos utilizados na proposta didática **S**, são materiais de fácil acesso aos professores interessados em utilizar a abordagem histórico-filosófica em suas aulas, pois se encontram disponíveis, sem custo algum, nos sites das respectivas revistas. O trabalho **K** selecionou textos escritos por autores da área de Ensino de Astronomia, disponíveis em periódicos da área.

Aproximadamente 77% dos trabalhos selecionados utilizam em suas propostas didáticas textos históricos desenvolvidos pelos próprios autores, sendo esse um aspecto positivo das propostas didáticas selecionadas. Selecionar os textos que compõem a proposta didática é uma característica importante, diante da relevância de se produzir mais e melhores textos que favoreçam a utilização da HFC no Ensino de Física. Em um contexto, em que a falta de formação específica do professor para trabalhar com a abordagem histórico-filosófica se configura como um desafio para a utilização da HFC no ensino de ciências.

Ao todo, 18% optaram por usar textos escritos por historiadores, publicados em periódicos especializados na área de ensino de ciências, ou por profissionais de ensino que trabalham com a utilização didática da HFC no Ensino de Física. Os textos escritos por profissionais na área de ensino foram classificados como textos didáticos, que utilizam a abordagem histórico-filosófica (MEDEIROS, 2001; 2002; SILVEIRA & PEDUZZI, 2006).

A falta de formação específica dos professores de física para trabalhar com a abordagem histórico-filosófica e a pouca disponibilidade de materiais didáticos que abordam a interface HFC e ensino de ciências são obstáculos que devem ser superados para a utilização da abordagem histórico-filosófica no ensino de física. Em mais da metade dos trabalhos analisados, os autores contornaram essa última

[36] No período da aplicação da proposta alguns dos textos não haviam sido publicados, porém foram publicados posteriormente, nas revistas já citadas.

dificuldade elaborando seus próprios textos, enquanto outros utilizaram textos disponíveis em periódicos nacionais de ensino de física. Portanto, essas duas características são aspectos positivos identificados durante o processo de caracterização.

Para a elaboração dos textos didáticos sobre a abordagem histórico-filosófica, os autores das propostas utilizaram fontes primárias e secundárias, dando ênfase, nos textos didáticos, a fontes secundárias e a trechos de fontes primárias. Quando descreve a utilização das fontes em abordagens que usam HFC no ensino médio, Forato (2009a) argumenta que a utilização de fontes primárias em sala de aula é perigosa, pois existe o risco da realização de anacronismo. Forato et al. (2011) recomendam a utilização de fontes secundárias para diminuir possíveis erros de interpretação dos episódios históricos em sala de aula.

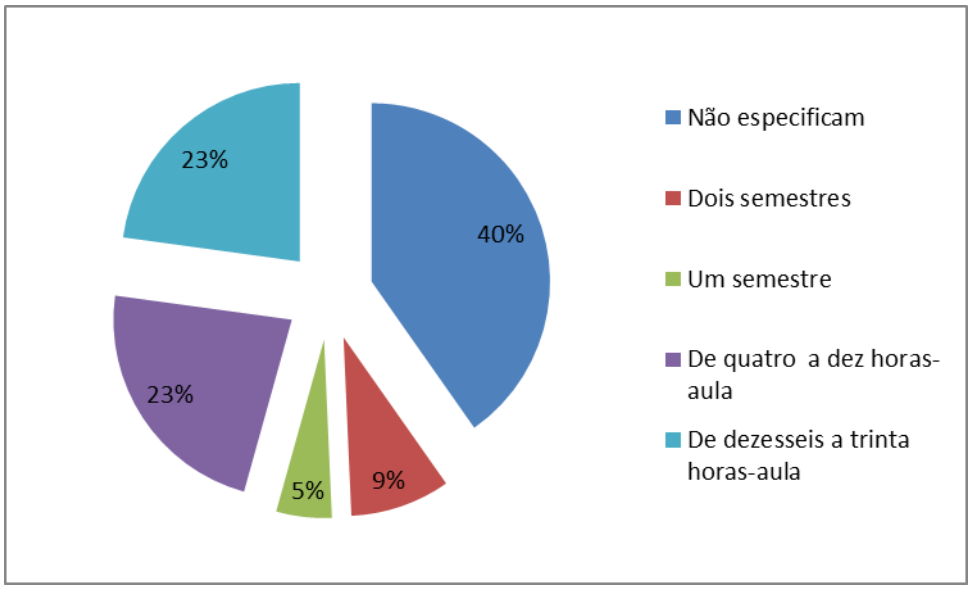
4.1.4. Tempo de intervenção

A relação saber/duração é fundamental para o processo didático e de grande importância para a utilização da HFC no ensino de ciências. O tempo didático representa um desafio de cunho pedagógico e historiográfico, que depende do ambiente de ensino em que a abordagem histórico-filosófica vai ser utilizada.

Dentre as propostas selecionadas, 40% não especificam o tempo de aplicação da intervenção didática. As demais propostas dividem o tempo de aplicação em um semestre, dois semestres, de quatro a dez horas/aula[37] e de dezesseis a trinta horas/aula.

[37] Uma hora aula equivale, neste contexto, a uma aula de 50 minutos.

Gráfico 5: Distribuição por tempo de intervenção, das propostas didáticas selecionadas. (total = 22 propostas).



Fonte: elaborado pelo autor da pesquisa.

O trabalho **T** define o tempo de aplicação da proposta em um ano letivo, porém afirma discutir aspectos históricos em meio às discussões dos assuntos tradicionais da Mecânica, ou seja, em alguns momentos específicos, caracterizando a intervenção numa abordagem não integrada. Para Matthews (1994) a estratégia integrada é mais eficaz, pois discute o assunto a partir de uma forma conectada com a HFC. Na abordagem integrada, o assunto de física é discutido a partir da utilização da abordagem histórico-filosófica, ou seja, "*trata-se de apresentar o assunto por meio de uma abordagem que discute o seu surgimento e evolução histórico-conceitual*" (TEIXEIRA et al., 2012b, p. 26).

Teixeira et al. (2012a; 2012b), afirmam que os efeitos de uma intervenção didática poderão ser maiores quando o tempo de aplicação for maior, apesar de não haver uma relação direta entre o tempo de intervenção e a qualidade da mesma. A relação saber/duração é um elemento importante para o processo didático, "*pois o processo didático existe como interação de um texto e de uma duração*" (CHEVALLARD, 1991, p. 75).

Entre as propostas que definem o tempo de aplicação, algumas procuram descrever as atividades que devem ser realizadas por cada encontro. O trabalho **A**, por exemplo, divide a aplicação da proposta em duas atividades. Na primeira,

propôs discutir a relação entre o desenvolvimento científico e o tecnológico; na segunda, relações sobre o papel dos referentes teóricos dos cientistas na observação e interpretação de dados científicos. Características semelhantes são observadas nas propostas didáticas **N** e **R**, que descrevem todos os passos para a utilização da proposta em sala de aula. De acordo com Chevallard (1991), a descrição de todos os caminhos que levam a efetivação do saber contribui para o controle social de aprendizagem e, consequentemente, viabiliza a apropriação do saber por parte daqueles sujeitos que formam do Saber a Ensinar. No contexto que envolve a utilização da HFC no Ensino de Física, especificar os caminhos para a aplicação das propostas didáticas **N** e **R** contribui para a publicidade do saber, ou seja, para que essas propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, possam alcançar efetivamente um maior numero de ambientes de ensino.

A proposta **C** dividiu a aplicação da proposta em quatro partes, o autor descreve que essa "*divisão serve apenas para fins didáticos e, de maneira alguma, constitui-se de blocos estanques*" (TEODORO, 2000, p. 169). A divisão de aplicação da proposta depende, entre outros fatores, dos objetivos pedagógicos que se deseja alcançar bem como das características dos sujeitos que formam o ambiente de ensino, sendo possível adaptar uma proposta didática para diferentes ambientes de ensino.

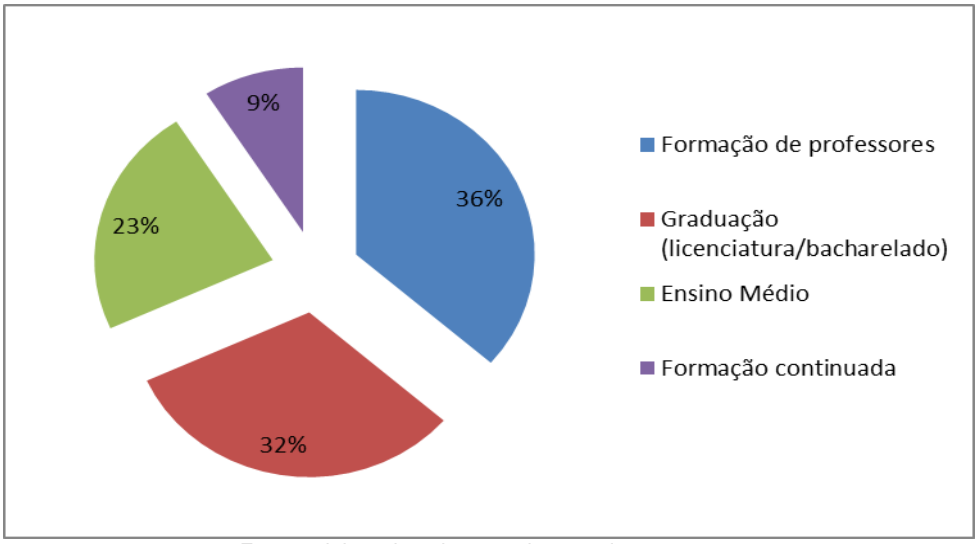
Apresentar "*um sequenciamento de conteúdos que busca viabilizar e favorecer a relação do sujeito com o conhecimento*" (FORATO et al., 2011, p. 42) é característica da programabilidade de aquisição do saber, que descreve todos os caminhos que compõem a efetivação e organização do Saber a Ensinar. A programabilidade do saber permite o controle social de aprendizagem, que viabiliza sua apropriação pelos sujeitos que formam do Saber a Ensinar (VERRET, 1975, apud CHEVALLARD, 1991).

Portanto, a falta de informação sobre o tempo de aplicação da intervenção didática, diante da importância de descrever os passos que norteiam a aplicação do Saber a Ensinar para exercer o controle social de aprendizagem, é uma limitação identificada em 40% das propostas didáticas selecionadas nessa pesquisa.

4.1.5. Nível de ensino

Quanto ao nível de ensino das 22 propostas selecionadas, 8 foram elaboradas para cursos de formação de professores, aproximadamente 36%, e outras 7 para cursos de licenciatura e bacharelado em física (32%). Aproximadamente 23% das propostas didáticas foram elaboradas para serem aplicadas no Ensino Médio e 9% para cursos de formação continuada. Entretanto, a proposta didática **J** foi elaborada para ser utilizada com alunos do ensino médio, mas, segundo a autora, pode ser adaptada para o ensino fundamental e superior. O gráfico abaixo ilustra os níveis para os quais as propostas didáticas selecionadas foram elaboradas.

Gráfico 6: Distribuição por nível de ensino, das propostas didáticas selecionadas. (total = 22 propostas).



Fonte: elaborado pelo autor da pesquisa.

Teixeira et al. (2012b) encontraram características semelhantes nos artigos analisados no cenário nacional, nos quais, a maioria das intervenções (65%) foram aplicadas para estudantes dos cursos de nível superior. No cenário internacional encontram-se características diferentes, sendo que a maioria das pesquisas empíricas analisadas na interface entre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física é voltada para o nível fundamental e médio (TEIXEIRA et al., 2012a).

Incluir de maneira efetiva a abordagem histórico-filosófica nos cursos de formação inicial e continuada de professores de física é uma estratégia capaz de contribuir com a utilização eficaz da HFC no Ensino de Física. O contato com as

vantagens e desafios que envolvem a interface gerada entre essas duas áreas, pode influenciar uma mudança de postura dos futuros docentes frente a estratégias de ensino inovadoras. Para Martins (2006), a criação de cursos de pós-graduação específico da área pode gerar um “efeito cascata”, ou seja, professores com formação adequada para utilizar esse tipo de abordagem nos cursos de formação de professores e na escola básica.

Outra característica positiva identificada na descrição das propostas didáticas selecionadas é a utilização da abordagem histórico-filosófica na formação tanto de licenciados quanto de bacharelados em física. A discussão de aspectos da HFC pode contribuir para enriquecer a percepção crítica e consciente sobre os procedimentos científicos entre professores e cientistas, além de possibilitar uma compreensão sobre Natureza da Ciência (MARTINS, 1990; MATTHEWS, 1994).

4.1.6. Estratégias de ensino

Elaborar atividades de ensino capazes de contribuir para a efetivação dos objetivos pretendidos com a utilização da abordagem histórico-filosófica é um dos obstáculos definidos por Forato (2009a) para a utilização desse tipo de abordagem no Ensino de Física. A fim de superar esse desafio, foram desenvolvidas, em seu trabalho (Proposta **J**), atividades capazes de tornar a aplicação da proposta dinâmica, interessante e desafiadora.

Dentre as estratégias de ensino adotadas para o processo de aplicação das propostas didáticas analisadas, existe uma grande predominância de leitura e discussões dos textos, bem como de aulas expositivas. Pelo menos 73% das propostas definem a leitura, discussão de textos e as aulas expositivas, como estratégias para o processo de utilização da HFC no Ensino de Física, enquanto 91% enfatizam a leitura de textos como metodologia para a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física.

Além das leituras, as propostas didáticas **J** e **R** propõem a realização de atividades teatrais. A proposta **J** justifica a realização de uma peça teatral como uma estratégia capaz envolver os alunos numa atividade envolvente e intrigante. A

proposta **N** propôs a realização de experimentos, utilizando materiais de baixo custo, e os trabalhos **K** e **I** optaram por atividades experimentais demonstrativas. Resolução de problemas também foi uma estratégia de ensino utilizada, principalmente entre os trabalhos que abordam assuntos de Mecânica e Ótica.

O processo de caracterização das propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, evidencia uma diversidade de estratégias didáticas adotadas para o processo de utilização da HFC no Ensino de Física. A heterogeneidade de estratégias didáticas define outra característica positiva das propostas didáticas, pois a maioria das intervenções (91%) descreve as estratégias de ensino envolvidas no processo de efetivação do Saber a Ensinar dentro da perspectiva histórico-filosófica para o Ensino de Física.

Ao fim do processo de caracterização é possível concluir, de modo geral, que os trabalhos apresentam uma boa qualidade na maioria dos aspectos descritos como importantes para a compreensão do processo de transposição didática, realizado pelos autores de propostas didáticas de física orientadas por abordagens histórico-filosóficas.

Destaca-se a variedade de objetivos pedagógicos pretendidos com a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, o que mostra que esse tipo de abordagem pode ser utilizado para muitos fins didáticos. Selecionar textos sobre a HFC em periódicos especializados na área, mostra que a escassez de material didático sobre a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, especificamente para cursos de nível superior, vem sendo superada pelos pesquisadores/professores que reconhecem a HFC como uma estratégia capaz de contribuir para um Ensino de Física contextualizado.

Por fim, espera-se que o processo de caracterização, sobre os desafios enfrentados por autores de propostas didáticas, para integrar a abordagem histórico-filosófica ao Ensino de Física, forneça informações relevantes para auxiliar na elaboração de um panorama sobre essa área no Brasil. Caracterizar as estratégias adotadas para utilizar a HFC no Ensino de Física, contribui para o enfrentamento dos desafios que envolvem o processo de transposição didática da HFC para o

Ensino de Física, ou seja, para uma aproximação mais significativa entre essas duas áreas, que possa culminar em um número maior de intervenções empíricas.

4.2. Análise das propostas

Após a caracterização geral das propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, serão analisadas as propostas que atendem aos critérios de corte[38] (Propostas **E** e **Q**), definidos anteriormente (seção 3.2). Faremos uma análise pormenorizada das propostas didáticas, pautada nos referenciais teóricos discutidos anteriormente.

O levantamento das propostas didáticas se concretizou com uma busca em bancos de teses e dissertações. A seleção desses trabalhos se deu através da utilização de palavras-chaves, como por exemplo: ensino de ciências, ensino de física, abordagem contextual, História e Filosofia da Ciência, proposta didática e sequência didática. Depois da utilização de palavras-chaves foi realizada a leitura dos títulos, dos resumos, e quando necessário do sumário e da apresentação, a fim de selecionarmos os trabalhos que realmente interessavam à pesquisa.

Após a seleção das propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosófica e da definição dos critérios de corte é possível identificar que os episódios históricos selecionados para compor os textos didáticos das propostas **E** e **Q,** pelos seus respectivos autores, possuem características diferentes, apesar de ambas utilizarem a G.U. de Newton como temática. Diante disso, para os critérios de análise 1, 3 e 4[39], as propostas didáticas serão analisadas em conjunto, porém, para o critério 2[40], decidimos analisar as propostas separadamente, pois a concepção sobre natureza da ciência selecionada pelos trabalhos é diferente e influencia os aspectos históricos enfatizados. Pretende-se, dessa forma, apresentar

[38] (a) analisar apenas propostas que almejam discutir concepções sobre natureza da ciência em seus objetivos pedagógicos; (b) analisar apenas as propostas didáticas que utilizam a Gravitação Universal (GU) de Newton como temática histórica.

[39] (1) Analisar quais e como as visões sobre natureza da ciência são abordadas nas propostas didáticas de física, orientadas por uma abordagem histórico-filosófica; (3) Analisar se os episódios históricos selecionados estão num grau de aprofundamento/detalhamento adequado para o nível de escolaridade; (4) Analisar quais e como são utilizadas as fontes históricas nos textos didáticos que compõem as propostas didáticas.

[40] (2) Analisar se os episódios históricos selecionados contribuem para enfatizar as visões sobre a natureza da ciência abordada.

uma análise coesa sobre as propostas em questão, e assim facilitar a interpretação dos dados discutidos.

Definidas as estratégias adotadas para o processo de seleção e análise das propostas didáticas selecionadas, analisaremos, a seguir, as concepções sobre natureza da ciência apresentadas pelas propostas didáticas de física; os episódios históricos; o nível de aprofundamento dos aspectos históricos; e as fontes dos textos utilizados (seção 3.2).

4.2.1. Aspectos epistemológicos

Com a definição dos objetivos pedagógicos pretendidos com a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física, a fim de discutir concepções sobre natureza da ciência, é preciso selecionar quais as concepções sobre natureza da ciência serão enfatizadas (FORATO, 2009a). Nesse sentido, o primeiro critério analisa, nas propostas que abordam aspectos sobre natureza da ciência, utilizando a Gravitação Universal como temática histórica, quais as concepções sobre natureza da ciência que os autores das propostas almejam discutir e também como essas concepções são desenvolvidas ao longo da proposta didática.

Ao selecionar a concepção sabre a natureza da ciência que a proposta didática **E** pretende abordar, a autora desta proposta descreve que seu objetivo é questionar uma visão simplista, cumulativa e neutra da construção do conhecimento científico e, assim, contribuir para desmistificar esse tipo de visão sobre natureza da ciência (GATTI, 2005). Entretanto, para além dos objetivos que envolvem o trabalho científico, a pesquisa de doutoramento desenvolvida por Gatti, se propõe a avaliar se uma experiência didática, que utiliza a abordagem histórico-filosófica, contribui para a aceitação de novas abordagens de ensino, por parte de futuros professores de física. Por fim, a autora realiza discussões sobre a existência e persistência de concepções alternativas de professores e estudantes, que proporcione debates sobre a prática docente.

Uma concepção cumulativa da ciência, questionada pela proposta **E**, é uma concepção que apresenta o desenvolvimento científico como resultado de uma

evolução linear, simples e sem crises. Bastante comum no ensino de ciências, esse tipo de visão negligencia os momentos de crises e retrocessos da ciência, ao mostrar o avanço da ciência descontextualizado de processos de mudanças importantes para o seu desenvolvimento. Enquanto que a concepção neutra nega a influência das relações sociais, sejam elas políticas, religiosas ou econômicas, para o conhecimento cientifico (GIL-PÉREZ et al., 2001).

Diferente da proposta didática **E,** que procura questionar uma concepção simplista, cumulativa e neutra da construção do conhecimento científico, a proposta didática **Q**, por sua vez, pretende, ao realizar a interface entre a HFC e o Ensino de Física, discutir as controvérsias e contribuições socioculturais para a ciência. De acordo com o próprio autor da proposta didática **Q**, questões internas e externas, como a epistemologia e as questões filosóficas e religiosas, devem contribuir para que futuros professores de física possam melhorar suas concepções sobre a ciência (DANIEL, 2011).

A proposta **Q** tem como objetivo questionar uma visão aproblemática, ahistórica e socialmente neutra do desenvolvimento científico. Esse tipo de concepção é bastante comum entre os professores de ciências, assim como nos livros didáticos, que apenas descrevem o produto final do conhecimento sem discutir questões referentes à sua origem, evolução e dificuldades, além de não realizar qualquer relação entre a ciência e a sociedade (GIL-PÉREZ et al., 2001). As concepções sobre o trabalho científico que o autor da proposta **Q**, pretende questionar é evidente no trecho abaixo:

> No esforço de articulação da historia e filosofia da ciência à formação de professores e cientistas é importante a opção preferencial por matrizes epistemológicas em que as múltiplas contradições, avanços, retrocessos, e descontinuidades, constitutivas dessa história sejam reveladas, discutidas e valorizadas. Advoga-se aqui o uso de uma epistemologia centrada na história. (DANIEL, 2011, p. 37).

A concepção de consenso sobre natureza da ciência, comum na literatura sobre educação em ciências e defendida nos trabalhos analisados (Propostas **E** e **Q**), é fruto de uma perspectiva que defende a importância de evitar algumas interpretações equivocadas sobre o trabalho cientifico, para, a partir da convergência de ideias epistemológicas de diferentes pensadores, elaborar posições aceitáveis acerca do desenvolvimento da ciência (GIL PÉREZ et al., 2001).

O autor da proposta **Q** adotou o referencial de Thomas Kuhn como central para a elaboração da proposta didática de física, orientada pela abordagem histórico-filosófica, apesar de reconhecer a existência de concepções de consenso sobre o desenvolvimento científico. Daniel (2011) justifica a escolha do referencial kuhniano, ao assinalar a necessidade de enfatizar as diversas contradições, retrocessos, descontinuidades, e influências sociais no desenvolvimento da ciência:

> Em meio a uma ampla variedade de concepções, com muitas controvérsias e questões em aberto, é possível, contudo, encontrar posições de relativo consenso acerca da dimensão epistemológica do processo histórico de produção do conhecimento. (...) Neste trabalho defende-se uma visão de história da ciência que não se limite à mera descrição cronológica, anedótica e acrítica dos episódios e cientistas do passado. (DANIEL, 2011, p. 36).

O argumento resumido no trecho acima explicita os motivos pelos quais o autor da proposta didática **Q** utiliza o referencial kuhniano em seu trabalho.

Para Kuhn, as exposições equivocadas sobre a História das Ciências na formação de cientistas, ou seja, na formação de futuros pesquisadores, podem abalar ou enfraquecer as convicções dos estudantes sobre os paradigmas científicos atuais e assim contribuir negativamente para sua formação. Entretanto, Thomas Kuhn ressalta que se bem utilizada na educação científica a HC pode contribuir para uma melhor compreensão sobre a ciência. Em outro sentido, Klein conclui que se o ensino de ciências de qualidade alimenta-se da história, essa só pode ser de má qualidade, então é melhor não usar história do que usar história de má qualidade (Matthews, 1995).

Kuhn defende que as exposições equivocadas sobre a História das Ciências na formação de cientistas, ou seja, na formação de futuros pesquisadores, podem abalar ou enfraquecer as convicções dos estudantes sobre os paradigmas científicos atuais e assim contribuir negativamente para sua formação. Entretanto, quando se refere à educação científica geral, voltada para todos os alunos, inclusive os que não se tornarão cientistas, Thomas Kuhn ressalta que se bem utilizada a HC pode contribuir para uma melhor compreensão sobre a ciência, sem descrever o desenvolvimento científico como uma série de fatos científicos isolados, mas levando em consideração toda a complexidade que envolve esse processo (VILAS BOAS et al., 2013).

O desenvolvimento de uma compreensão adequada da natureza da ciência é um dos objetivos mais desejados no ensino de ciências (LEDERMAN, 1992), porém a ideia de consenso tem sido duramente criticada. De acordo com Irzik e Nola (2010), a ideia de consenso apresenta limitações ao defender uma imagem estreita e monolítica da ciência, pois trata diferentes áreas das ciências como semelhantes.

Diferente da ideia de consenso, a abordagem de semelhança de família (*family resemblance*) sobre natureza da ciência, se configura como uma concepção mais abrangente e sistemática, pois reconhece a existência de características convergentes e divergentes nas ciências. Diante das características descritas anteriormente, a abordagem de semelhança de família é caracterizada como um aglomerado de características sobre natureza da ciência relacionadas entre si, que de maneira eficiente contribui para que estudantes possam melhor compreender as complexidades envolvidas no desenvolvimento da ciência (IRZIK e NOLA, 2010).

De acordo com Alters (1997), os próprios filósofos da ciência expressam diferentes significados sobre natureza da ciência, ou seja, não existem concepções efetivas sobre natureza da ciência que não possam ser modificadas à luz de estudos realizados por outros pesquisadores.

Apesar das críticas direcionadas à ideia de consenso acerca de concepções sobre natureza da ciência no ensino de ciências, é bastante comum encontrarmos trabalhos atuais que se apropriam da visão de consenso (FORATO, 2009a). Nesse contexto, é difícil definir qual abordagem sobre concepção sobre natureza da ciência é a mais eficaz em alcançar melhores resultados no Ensino de Física, a partir da utilização da abordagem histórico-filosófica, pois não existem resultados empíricos suficientes capazes de darem suporte a alguma conclusão.

As propostas **E** e **Q**, mesmo adotando a ideia de consenso de concepções sobre natureza da ciência, utilizam diferentes estratégias metodológicas para discutir a natureza da ciência no Ensino de Física, a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. A proposta **Q**, por exemplo, utiliza uma abordagem explícita ao assumir e discutir, no corpo da proposta, a concepção sobre natureza da ciência que deseja enfatizar. Com o intuito de utilizar uma abordagem explícita, o autor da proposta didática **Q**, nos encontros que antecedem à aplicação da proposta, discute o indutivismo, o empirismo lógico e a dependência que a observação tem da teoria. Na proposta **E** são definidas as concepções sobre natureza da ciência que se deseja

questionar, porém não se propõe a discussão explícita dessas concepções no corpo da proposta didática.

Uma estratégia metodológica explícita assume a concepção sobre natureza da ciência que embasa a proposta didática, ou seja, define no corpo da proposta didática a visão sobre natureza da ciência que pretende discutir, assim como suas principais características, ou seja, os aspectos sobre natureza da ciência selecionados devem ser diretamente abordados através de leituras que tratam dos mesmos (TEXEIRA, 2003).

Os autores de propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, devem, por exemplo, ao propor discutir uma concepção exclusivamente analítica da ciência, evidenciar que esse tipo de visão não valoriza as contribuições e unificações de diferentes áreas da ciência para o desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ, 2001). De acordo com Gil-Pérez, a visão analítica:

> (...) que destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador. Porém, esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, ou o tratamento de "problemas-ponte" entre diferentes campos de conhecimento que podem chegar a unificar-se, como já se verificou tantas vezes e que a História da Ciência evidencia. (GIL-PÉREZ, 2001, p. 131/132).

Para uma melhor compreensão sobre a natureza da ciência, a partir da utilização da HFC no Ensino de Física, os sujeitos envolvidos precisam conhecer qual a concepção sobre natureza da ciência que compõe a proposta didática, ou seja, os estudantes terão, por exemplo, dificuldade em problematizar uma concepção empírico-indutivista da ciência se não conhecerem as características que formam esse tipo de concepção.

Alguns resultados de pesquisas empíricas de concepções sobre natureza da ciência no cenário internacional (LUCAS, 1975; KOULAIDIS e OGBORN, 1995), concluem que a utilização de uma abordagem explícita, para discutir concepções sobre natureza da ciência, é mais eficaz (HARRES, 1999). Tal afirmação parte do pressuposto que a abordagem explícita alcança melhores resultados, por ser melhor compreendida pelos estudantes.

De acordo com Abd-el-khalick e Lederman (2000), qualquer investida que busque discutir concepções sobre natureza da ciência com professores de ciências

deve ser realizada a partir de uma estratégia explícita. Abd-el-khalick e Lederman (2000) chegaram a essa conclusão a partir da revisão crítica de literatura, ao qual concluíram que todos os trabalhos que utilizavam uma abordagem explícita conseguiram alcançar resultados satisfatórios ao discutir alguma concepção sobre natureza da ciência, enquanto que apenas metade dos trabalhos que adotaram uma abordagem implícita alcançou os objetivos almejados.

A ausência de uma abordagem explícita sobre natureza da ciência, na proposta **E**, pode limitar a compreensão dos sujeitos para os quais a proposta foi desenvolvida. Diante dessa e das outras questões citadas anteriormente, defendemos que a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, com o objetivo de tratar questões sobre natureza da ciência, deva ser realizada a partir de uma estratégia explícita. Contudo, reconhecemos, diante dos poucos resultados empíricos sobre a interface que envolve a HFC e o Ensino de Física (TEIXEIRA et al., 2012b), que não existem resultados de pesquisas que possam sustentar a estratégia explícita como a melhor maneira para utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física a fim de discutir alguma concepção sobre natureza da ciência.

A escolha realizada na proposta didática **E** pode estar relacionada ao objetivo geral da pesquisa de doutoramento, à qual a proposta didática se encontra inserida: "*avaliar se uma experiência didática centrada na inserção da História da Ciência, levando-se em conta as concepções, experiências e crenças didáticas de futuros docentes pode contribuir para a aceitação de novas metodologias de ensino*" (GATTI, 2005, p 13). A proposta didática **Q** pretende, como objetivo principal, "*desenvolver nos licenciandos uma melhor compreensão da natureza da ciência e do processo histórico de construção de teorias e conceitos científicos*" (DANIEL, 2011, p. 224). As características divergentes entre as propostas didáticas **E** e **Q**, envolvendo os objetivos de pesquisa da tese das quais as propostas didáticas fazem parte, podem ter influenciado diretamente a escolha das estratégias de elaboração das propostas didáticas.

No entanto, no corpo da proposta **E** são encontrados textos (Texto **2**, **4** e **7**) que discutem as concepções espontâneas de estudantes. Característica que demonstra que este trabalho discute no corpo da proposta um dos seus objetivo em utilizar a HFC no Ensino de Física: promover discussões sobre a existência e

persistência das concepções alternativas sobre a evolução histórica do tema atração gravitacional. Entretanto, o autor não apresentou uma abordagem explícita para o objetivo de questionar uma visão simplista, cumulativa e neutra da ciência e, dessa forma, contribuir para questionar a construção do conhecimento científico.

Nesse contexto, quando se pretende discutir a natureza da ciência no Ensino de Física, a partir da utilização da abordagem histórico-filosófica, uma abordagem explícita sobre o desenvolvimento da ciência tende a alcançar melhores resultados. Os alunos envolvidos com a aplicação da proposta didática em sala de aula quando conhecem as características das concepções sobre natureza da ciência, que compõem a proposta didática, compreendem melhor os objetivos almejados com a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. Logo, a proposta **Q**, diferente da proposta **E**, de acordo com as ideias sintetizadas por Harres (1999) e Abd-el-khalick e Lederman (2000), deve ser capaz de alcançar melhores resultados ao propor discutir concepções sobre natureza da ciência no Ensino de Física.

4.2.2. Aspectos históricos enfatizados

Depois de analisarmos as concepções sobre natureza da ciência e como essas são desenvolvidas nas propostas didáticas **E** e **Q**, serão analisados, a seguir os aspectos históricos enfatizados nos textos que compõem essas duas propostas didáticas.

Os conteúdos históricos selecionados para compor os textos da proposta didática devem estar em consonância com a concepção sobre natureza da ciência que a proposta pretende enfatizar para, assim, contribuir para que os objetivos pedagógicos pretendidos com a utilização didática da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física sejam alcançados.

Porém, os objetivos pedagógicos influenciam diretamente as escolhas realizadas no momento em que se busca integrar a História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física. Dessa forma, podem ser selecionados episódios históricos diferentes nos textos didáticos que compõem as propostas didáticas **E** e **Q**, apesar de ambos os trabalhos utilizarem a Gravitação Universal como temática, pois as finalidades pedagógicas das propostas são diferentes. Nesse sentido, analisaremos

as propostas individualmente nesse e no próximo critério, a fim de realizar um processo de análise coerente com as características diferentes das propostas didáticas **E** e **Q**.

4.2.2.1. Aspectos históricos enfatizados na proposta E

O objetivo geral do trabalho desenvolvido pela autora da proposta didática **E** é "*avaliar se uma experiência didática centrada na inserção da História da Ciência, levando-se em conta as concepções, experiências e crenças didáticas de futuros docentes, pode contribuir para a aceitação de novas metodologias de ensino*" (GATTI, 2005, p. 13). Porém, a proposta didática desenvolvida em sua tese tem como objetivo questionar uma visão simplista e cumulativa da construção do conhecimento científico, além de realizar discussões sobre a existência e persistência de concepções alternativas de estudantes e docentes.

Atração gravitacional é a temática escolhida pela autora para compor a proposta didática **E**. Dividida em nove atividades e doze textos, a tabela a seguir ilustra uma síntese sobre as características, de acordo com a própria autora, das atividades e textos que formam a proposta didática **E**.

Tabela 6: Síntese das atividades que compõem a proposta didática E.

	TÍTULO	Objetivo[41]	
ATIVIDADE 1	AS PRIMEIRAS TENTATIVAS DE DESCRIÇÃO DO MUNDO	Motivar os participantes para as discussões sobre o tema e fornecer-lhes subsídios para os debates posteriores. Dando preferência ao debate sobre: (a) como diferentes culturas conceberam nosso planeta; (b) o caráter dinâmico da evolução dos modelos científicos e (c) a existência de concepções alternativas.	Texto 1 Alguns exemplos das primeiras tentativas de descrição do mundo.
			Texto 2 Como evoluem as noções dos estudantes sobre o tema?
ATIVIDADE 2	O SISTEMA ARISTOTÉLICO	Pretende-se fornecer subsídios para que o futuro docente compreenda a evolução presente na física medieval e na evolução da mecânica, ocorrida no século XVII.	Texto 3 O universo aristotélico
			Texto 4 Não especificado42.
ATIVIDADE 3	O MODELO DE MUNDO PTOLOMAICO E O "DIVÓRCIO COM A REALIDADE".	Fornecer subsídios para o estudo de alguns aspectos do sistema ptolomaico e seu caráter essencialmente matemático na descrição dos fenômenos.	Texto 5 O modelo de mundo de Ptolomeu
ATIVIDADE 4	ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A FISICA NA IDADE MÉDIA	Subsídios para a discussão de algumas críticas ao modelo aristotélico do movimento, que acabaram gerando o desenvolvimento da concepção de força impressa (ímpetos) na Idade Média.	Texto 6 Algumas considerações sobre a Física na Idade Média
			Texto 7 Não especificado[43].

[41] Objetivos apontados pela autora da proposta didática C.
[42] Apesar de não definir um título para o texto 4, a autora procura evidenciar, a partir do diálogo com a literatura, algumas concepções alternativas sobre o movimento.
[43] Apresenta resultados sobre a existência de concepções alternativas entre estudantes, semelhantes a teoria do ímpetos.

	TÍTULO	Objetivo[44]	
ATIVIDADE 5	O HELIOCENTRISMO DE COPÉRNICO	Sugere um estudo sobre os principais aspectos do modelo heliocêntrico proposto por Copérnico no século XV/Contribuir para desmitificar a produção do conhecimento científico.	Texto 8 O heliocentrismo de Copérnico
			Texto complementar A articulação do novo paradigma: o início de um longo caminho
ATIVIDADE 6	AS ELIPSES DE KEPLER	Reflexão sobre a concepção Kepleriana de atração entre corpos e sua rejeição ao dogma do movimento circular/Proporcionar uma visão de como a evolução dos modelos de mundo inclui diferentes formas de explicação para a atração gravitacional.	Texto 9 As elipses de Kepler
ATIVIDADE 7	A FÍSICA DE GALILEU	Propor uma reflexão sobre alguns aspectos da física de Galileu, em especial sua explicação para a queda dos corpos.	Texto 10 Algumas considerações sobre a física de Galileu
ATIVIDADE 8	OS VÓRTICES DE DESCARTES	Proporcionar um debate sobre o modelo mecânico da gravidade, proposto por René Descartes.	Texto 11 Os vórtices de Descartes
ATIVIDADE 9	A SÍNTESE NEWTONIANA	Apresentar uma breve descrição do desenvolvimento do modelo gravitacional newtoniano/Discutir alguns aspectos que contribuam para desmitificar a construção do conhecimento.	Texto 12 A síntese newtoniana

Fonte: Tabela elaborada pelo próprio autor.

[44] Objetivos apontados pela autora da proposta didática C.

Com o título "*Alguns exemplos das primeiras tentativas de descrição do mundo*" (GATTI, 2005, p. 215), o primeiro texto da proposta **E** possui o objetivo de evidenciar algumas características da evolução histórica dos modelos de mundo a partir da visão de diferentes culturas. Para isso, cita o modelo de mundo elaborado pelos babilônios, egípcios e hebreus, bem como os dos pensadores gregos (Tales de Mileto, Anaximandro, etc.).

De acordo com a autora, por volta de 3000 a.C.:

> A "ostra" dos babilônios era redonda e a Terra era apenas uma montanha oca, posta no centro, flutuando nas águas do fundo. (...) O universo egípcio era uma ostra retangular, uma espécie de caixa, que tinha por piso a Terra. (GATTI, 2005, p. 215).

Enquanto que no século VI a.C.:

> (...) Tales de Mileto (640 a 550 a.C.) acreditava ser a Terra um grande disco circular flutuando sobre a água. (...) Anaximandro (610 a 547 a.C.) concebeu nosso planeta como uma coluna cilíndrica, rodeada de ar, flutuando de pé no centro do universo. (GATTI, 2005, p. 218).

Ao apresentar a evolução histórica dos modelos de mundo, a partir da concepção de diferentes culturas, a autora da proposta didática **E** apresentou características do dinamismo da evolução dos modelos de mundo. Evidenciar as diferentes maneiras pelas quais o mundo era descrito por diferentes culturas, assim como pelos pensadores gregos, faz com que o texto 1 contribua para desmistificar uma visão exclusivamente da ciência, pois demonstra que esta , assim como a definimos hoje, não é composta por verdades inquestionáveis, ou seja, se modifica ao longo do tempo.

Uma concepção analítica da ciência não contribui tanto para evidenciar como distintas explicações sobre determinado fenômeno pode ser importante na construção do conhecimento científico (GIL PÉREZ et al., 2001). Nessa perspectiva, o texto 1 da proposta didática **E**, colabora para a superação de uma concepção linear sobre a construção do conhecimento científico, ao valorizar os processos de evolução histórica dos modelos de mundo, alguns dos quais foram citados acima.

O sistema aristotélico e ptolomaico são discutidos nos textos 3 e 5, nos quais a autora chama atenção para a crise que envolve o movimento retrógrado dos

planetas. A autora realiza uma descrição do sistema elaborado por Ptolomeu na Idade Média como um modelo essencialmente aristotélico, que busca salvar as aparências. Posteriormente, define um dos problemas do sistema ptolomaico, a saber: não ser capaz de realizar uma explicação completa sobre o movimento retrógrado dos planetas e a variação do brilho dos mesmos. Essa característica é evidente no trecho abaixo:

> O domínio da esfera na descrição dos fenômenos permanecia inabalado neste período, consequentemente existiam alguns problemas que não podiam ser resolvidos a partir dos modelos desenvolvidos até então, como por exemplo, o movimento retrógrado dos planetas e sua variação de brilho (GATTI, 2005, p. 235).

Na descrição dos sistemas de mundo, aristotélico e ptolomaico, fica explícito nos textos didáticos 3 e 5, utilizados na proposta didática **E**, a preocupação da autora em destacar como na construção do conhecimento científico existem problemas e períodos de crise.

Explicar o movimento retrógrado dos planetas, descrito no texto didático 5 (**O modelo de mundo de Ptolomeu**), foi o principal problema a compor a Revolução Copernicana, que iniciou-se no século XIV com Nicolau Copérnico e atingiu seu ápice com o desenvolvimento da mecânica e da Gravitação Universal de Isaac Newton (1643-1727). A revolução que se iniciou com Nicolau Copérnico (1571-1630) representa um longo episódio histórico, capaz de evidenciar, entre outras coisas, como a construção do conhecimento científico se dá permeado por intensos períodos de crises, controvérsias e mudanças.

Considerando os argumentos destacados anteriormente, podemos concluir que o texto didático elaborado pela autora da proposta didática **E** contribui para que o objetivo da proposta, de questionar uma visão simplista e cumulativa da ciência, seja alcançado.

Alguns aspectos destacados no decorrer dos episódios históricos, que formam os textos didáticos da proposta **E**, também são importantes para auxiliar na ruptura de uma concepção individualista e elitista da ciência. Esse tipo de visão descreve os conhecimentos científicos como "*obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo*" (GIL PÉREZ et al., 2001, p. 133). Em

alguns trechos evidenciamos a preocupação da autora da proposta **E** em romper com uma concepção individualista da ciência.

(a) A influência de Platão sobre a obra de Aristóteles (**Texto 3**):

> Aristotéles (384 a.C. a 322 a.C.) foi discípulo de Platão e teve sua obra influenciada pelo trabalhos do mestre. (...) (GATTI, 2005, p. 224).

(b) O trabalho inacabado de Hiparco que Ptolomeu completou (**Texto 5**):

> Na tentativa de "salvar as aparências", artifícios geométricos (tais como epiciclo e o deferente) introduzidos inicialmente por Hiparco (160 a 124 a.C.) foram aperfeiçoados por Ptolomeu. (...) (GATTI, 2005, p. 235).

(c) Semelhanças entre o sistema copernicano e ptolomaico (**Texto 8**):

> (...) o sistema copernicano tinha muitas semelhanças com o sistema ptolomaico, utilizando inclusive epiciclos e deferentes na descrição dos fenômenos. Tal necessidade surgiu uma vez que Copérnico não questionou a validade do movimento circular na trajetória dos corpos celestes, e assim alguns detalhes do movimento planetário não podiam ser explicados sem o auxílio de tais artifícios. (GATTI, 2005, p. 248).

Refletir sobre a concepção ingênua de ciência neutra é o principal objetivo da atividade 6 (**Algumas Considerações Sobre a Física na Idade Média**). A concepção ingênua de ciência neutra não demonstrar a relação social da ciência, ou seja, negligencia as contribuições socioculturais para a construção do conhecimento científico.

Ao analisarmos o texto 6 selecionamos um trecho que contribui para contrapor uma visão ingênua de ciência neutra. Neste Trecho a autora descreve que:

> Importantes obras de filósofos gregos não foram traduzidas para o latim e muitas se perderam, por exemplo, quando em 640 d.C. com a invasão árabe, a famosa biblioteca de Alexandria foi incendiada (SCHURMANN apud GATTI, 2005, p. 242).

A citação acima é um trecho do texto da proposta didática **E** que destaca como as Invasões islâmicas influenciaram as obras dos filósofos gregos. Os árabes, assim como os muçulmanos, foram importantes na preservação e multiplicação da

antiga ciência grega, traduzindo e interpretando textos (Invasões islâmicas durante o século VII). As primeiras traduções árabes ao final do século XI contribuíram para o surgimento das primeiras universidades entre os séculos XII e XIII, pois era comum o encontro de jovens na Europa interessados em ler e discutir as novas traduções dos textos antigos (O Almagesto de Ptolomeu é um dos livros que foram traduzidos nesse período).

No texto 6 a autora realiza o anacronismo ao escrever que:

> (...) a produção científica dos gregos sofreu um período de estagnação e retrocesso no período compreendido entre o início da era cristã e o surgimento da mecânica nos séculos XVI e XVII (GATTI, 2005, p. 241).

Na passagem descrita acima ocorre um anacronismo, pois o conceito de ciência, assim como conhecemos hoje, não existia antes de Galileu (1564 – 1642), logo não havia 'produção científica dos gregos'.

Apesar de caracterizar a produção intelectual dos pensadores gregos como produção científica, podemos concluir que o texto 6 da proposta didática **E**, colabora para mostrar como a construção do conhecimento científico não é linear, ou seja, que possui períodos de crises e retrocessos. Entretanto, também é possível identificar no texto 6, que a ciência é influenciada por questões religiosas.

> A concepção de universo esférico dos gregos era incompatível com a doutrina da igreja, baseada em uma interpretação literal da Bíblia. (...) (GATTI, 2005, p. 241).

> Somente a partir dos séculos VIII e IX é que as obras gregas passam a ser redescobertas, e os clérigos começam a ter permissão para estuda-las. Foi com São Tomas de Aquino no século XIII, que o sistema aristotélico ganhou força e passou de conhecimento proibido à condição de dogma da Igreja (GATTI, 2005, p. 243).

O texto 8 (**O heliocentrismo de Copérnico**), que compõe a atividade 5, possui como objetivo principal, contribuir para evidenciar como a revolução copernicana não foi um "*evento isolado*" (GATTI, 2005, p. 246), ou seja, como a formulação do modelo copernicano foi influenciado por questões sociais. Nesse sentido, a autora descreve os motivos que levaram Copérnico a não publicar suas ideias.

> Entretanto, o Livro das Revoluções ainda teria que esperar muito para ser publicado. A demora e as recusas de Copérnico não eram devidas ao temor de uma perseguição religiosa. Se durante anos relutou em tornar pública suas ideias, era porque temia não ser capaz de prová-las e defendê-las (GATTI, 2005, p. 246).

> O sistema heliocêntrico ainda esbarrava em questões de ordem teológica. Entretanto não foi este fato que motivou a demora na publicação do sistema copernicano, visto que a Inquisição só é instaurada com o Concílio de Trento (1545-1563) e o ***De Revolutionibus Orbium Coelestium*** só foi proibido pela Igreja em 1616 (Cf. Peduzzi, 1998). (GATTI, 2005, p. 254).

Obviamente, as passagens citadas anteriormente contribuem para mostrar como as ideias copernicanas foram influenciadas pelo contexto social. Evidenciar as relações socioculturais da ciência é um dos objetivos apontados para a utilização didática da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências, em especial no de física (MARTINS, 2003).

Durante a Idade Média a Igreja Católica possuía um papel central no progresso ou na estagnação da astronomia, entre os séculos IV e XVI (KUHN, 2002). Temos como exemplo, a teoria de Copérnico que se desenvolveu, num certo momento, com apoio da Igreja Católica:

> A teoria de Copérnico desenvolveu-se na tradição erudita, apadrinhada e apoiada pela Igreja: o próprio Copérnico era sobrinho de um bispo e cónego da catedral de Frauenburg; no entanto, em 1616, a Igreja baniu todos os livros que advogavam a realidade do movimento da Terra. Nenhuma simples generalização descreverá a influência opressiva da Igreja sobre a ciência, porque a influência alterava-se com a situação mutável da Igreja. (KUHN, 2002, p. 123).

Apesar de possuir um papel central no progresso ou na estagnação da ciência é bastante comum a Igreja ser descrita apenas como contrária às ideias científicas, contudo a Igreja também foi capaz de influenciar importantes progressos da ciência, como o pensamento "*crítico que favoreceu o surgimento de uma nova ciência*". (MARTINS, 2001, p. 119). A passagem do texto 8 da proposta **E**, citado anteriormente, evidencia que o referido texto é capaz de contribuir para mostrar que a Igreja Católica não foi apenas algoz na construção do conhecimento cientifico.

Na atividade 5 (**O heliocentrismo de Copérnico**) é sugerida a leitura do texto "A articulação do novo paradigma: o início de um longo caminho". Nesse texto,

identificamos um trecho que contribui para demonstrar como a construção do conhecimento científico é influenciada pelo contexto social. No que se referem aos conhecimentos produzidos pelos gregos, a autora evidencia que:

> (...) durante a Idade Média a filosofia aristotélica foi redescoberta na Europa e adicionada à teologia medieval. O conhecimento Grego de origem pagã inicialmente perseguido, transformou-se em dogma da igreja. A superação do paradigma aristotélico-ptolomaico não representava apenas um problema científico, mas também religioso. (GATTI, 2005, p. 257).

Uma mudança de postura da Igreja com a ciência é facilmente observada na França durante os séculos XIII e XIV. No início do século XIII, o sistema aristotélico sofria duras resistências, sendo proibida a leitura das obras de Aristóteles sobre filosofia natural. Mas, em meados do mesmo século, "todas as obras de Aristóteles eram utilizadas livremente na universidade de Paris" (MARTINS, 2001, p. 118). Porém, no início do século XIV, foram novamente condenadas. Nesse contexto, todos aqueles que simpatizavam com o sistema aristotélico eram considerados inimigos da Igreja. Mas, dentro dessa conjuntura, pensadores cristãos como Alberto Magno e Tomás de Aquino foram importantes na tentativa de harmonizar a filosofia aristotélica à fé cristã (MARTINS, 2001). Assim, podemos afirmar que a Igreja nem sempre assumiu uma atitude opressora para a construção do conhecimento científico.

Além das influências sociais na ciência, existem outras questões sobre a construção do conhecimento científico que são mencionadas nos textos da proposta didática **E**. Ao propor a discussão sobre as elipses de Kepler a autora da proposta didática **E** almeja realizar *"uma reflexão acerca da concepção Kepleriana de atração entre corpos e sua rejeição ao dogma do movimento circular*" (GATTI, 2005, p.261). Porém, diversos trechos do texto 9 (**As elipses de Kepler**) dão conta de ilustrar como a construção do conhecimento científico não é resultado do trabalho de seres especiais, *"gênios isolados*" (GIL-PÉREZ et al. 200, p. 133), mas fruto do trabalho de cooperação de diversos sujeitos.

> Devido ao talento matemático demonstrado (...), Kepler foi convidado por Tycho Brahe para trabalhar em seu observatório em Uraniemburgo em 1600, recebendo a incumbência de determinar a orbita de Marte. Com a morte de Tycho em 1601, Kepler herda os dados observacionais mais precisos já realizados sem o auxílio do telescópio. (...) Kepler era copernicano, o que implica que não foi

> uma tarefa das mais simples atender ao pedido de Tycho para ajustar os dados disponíveis ao modelo tychoniano. Após inúmeras tentativas sem sucesso, Kepler decide buscar no sistema de Copérnico a concordância entre teoria e dados. (GATTI, 2005, p. 264).

Neste último exemplo, identificamos, também, contribuições para questionar uma concepção empírico-indutivista da ciência, um dos objetivos almejados pela proposta didática **E**. O referido trecho relata a dúvida de Kepler com relação aos dados teóricos e observacionais que posteriormente o levaram a definir a órbita dos planetas. Portanto, através do trecho, a autora da proposta evidencia como as observações são condicionadas pelas concepções teóricas e filosóficas de quem às observa, refutando uma concepção empírico-indutivista da ciência.

No texto 12 da proposta didática **E** (**A síntese newtoniana**), destacamos trechos que evidenciam a preocupação da autora em questionar uma visão elitista da ciência.

> (...) Newton foi responsável por unir conhecimentos dispersos, propondo uma explicação para o "funcionamento" do universo em uma formulação tão poderosa que, ainda hoje, nossa visão de mundo é essencialmente newtoniana. (...) Newton tinha pela frente um verdadeiro quebra-cabeça: de um lado as leis do movimento dos corpos celestes, de Kepler e as leis do movimento dos corpos na Terra, de Galileu. (GATTI, 2005, p. 287).

> Em 1679, Robert Hooke (1635 – 1703) (...). Em correspondência enviada a Newton, revela sua suposição de que o movimento de um corpo em uma trajetória curvilínea é causado por uma combinação de dois movimentos: um atrativo e outro, inercial. (...). (GATTI, 2005, p. 288).

> O legado de Hooke a Newton não foi à dependência da força com o inverso do quadrado da distância, que também era emitida (mas não provada, se a órbita fosse circular) por outros cientistas, da época. (...) A hipótese original de Hooke sim, aceita por Newton, indicou-lhe a direção correta para a análise precisa de um movimento curvilíneo, e da 'dança dos planetas', em especial. (PEDUZZI, 1998 apud GATTI, 2005, p. 289).

Nos trechos citados acima, fica explícito como a contribuição de diferentes áreas pode influenciar o desenvolvimento científico (Sistema planetário de Kepler e o modelo magnético de William Gilbert). Ao discutir isso, o texto alcança êxito em contrariar uma concepção individualista da ciência característica que o autor

também procurou evidenciar no texto 10 (**Algumas considerações sobre a física de Galileu**), ao apresentar a explicação de Galileu (1564 – 1642) para a queda dos corpos:

> (...) Galilei buscou inspiração na hidrostática de Arquimedes para relacionar a velocidade de deslocamento de um corpo em um dado meio com o peso específico de ambos. Para isto, utilizou a relação de Filoponos (...). (GATTI, 2005, p. 271).

Realizar algumas considerações sobre a física de Galileu, em especial sobre sua explicação para a queda dos corpos, é o objetivo do texto 10. A principal contribuição deste texto é sua possibilidade de favorecer o rompimento de uma das mais citadas lendas da história das ciências, o experimento da torre de Pisa, que supostamente teria sido realizado por Galileu.

> (...) se dois corpos de mesmo tamanho e materiais diferentes forem abandonados de uma certa altura em um mesmo meio, o mais pesado chega ao solo primeiro. Tais discussões reforçam a tese de que os experimentos supostamente realizados na torre de Pisa não passam de lenda, visto que o próprio Galileu sabia que apenas os corpos constituídos de mesmo material cairiam *aproximadamente* ao mesmo tempo e que dois corpos quaisquer cairiam juntos apenas em uma situação ideal, ou seja, no vácuo. (GATTI, 2005, p. 272).

Motivado pela necessidade de dar suporte às contestações que o sistema copernicano vinha sofrendo, Galileu elaborou explicações qualitativas para o movimento de queda dos corpos. Galileu não precisava realizar um experimento para demonstrar que um objeto mais pesado e outro leve, quando soltos simultaneamente de uma mesma altura, chegam ao mesmo instante no solo, ou seja, "*os alegados experimentos, quando ocorreram, tiveram uma função diversa daquela propugnada pela história empirista*" (SILVEIRA, 2006, p. 36).

Uma das possíveis contribuições que a abordagem histórico-filosófica possui para o Ensino de Física é a sua capacidade de desmistificar alguns episódios históricos sobre o desenvolvimento da ciência comuns nas aulas de física. A lenda sobre o experimento da torre de Pisa, que "contribuiu" para que Galileu alcançasse sua teoria do movimento, é bastante comum em livros e textos didáticos e acabam por transmitir aos estudantes uma visão equivocada sobre a construção do conhecimento científico. Assim, fica evidente que o texto didático que compõe a

proposta didática **E**, é capaz de refutar um dos maiores mitos da história da física, e assim contribuir para que não ocorra a divulgação de uma pseudo-história.

Não pretendemos com essa pesquisa analisar se os objetivos pedagógicos pretendidos pela utilização didática da HFC no Ensino de Física são alcançados pela proposta didática **E**. Entretanto, podemos concluir que os episódios da história da atração gravitacional, selecionados pela proposta **E**, são favoráveis para que as concepções sobre natureza da ciência, selecionadas pela autora da proposta sejam questionadas. Dentre as possíveis contribuições destacamos a capacidade da proposta didática **E** de desmistificar uma concepção elitista da construção do conhecimento científico, um tipo de visão bastante comum nos livros didáticos, bem como nos meios de comunicações atuais.

4.2.2.2. Aspectos históricos enfatizados na proposta Q

A autora da proposta didática **E** elaborou os textos didáticos que fazem parte de sua proposta didática. Entretanto, o autor da proposta didática **Q** escolheu selecionar a maioria dos textos didáticos que formam o trabalho[45].

A proposta didática **Q** é dividida em dois momentos, no primeiro apresenta a gravitação newtoniana, a partir do desenvolvimento do sistema heliocêntrico até a formulação da Gravitação Universal por Newton. No segundo momento, são discutidas as transformações conceituais realizadas por Einstein que divergem dos conceitos de tempo, espaço e movimento de Newton. O motivo pelo qual o autor escolheu discutir a gravitação newtoniana e einsteiniana pode ser evidenciado na seguinte afirmação:

> Esta mudança conceitual conduziu a um conflito com a gravitação newtoniana, o que se constituiu em principal fonte de inspiração para a formulação de uma nova gravitação, proposta por Einstein na Teoria da Relatividade Geral (DANIEL, 2011).

[45]No 7º encontro utilizou um texto adaptado da tese, ao qual a proposta faz parte, a fim de discutir a Gravitação Universal de Newton. Contudo, a adaptação do respectivo texto não foi disponibilizada e consequentemente não passou pelo processo de análise.

Considerando a adoção dos critérios de corte (seção 3.2), apenas os textos que compõem o primeiro momento (Gravitação Universal de Newton) da proposta didática **Q** serão analisados.

Para melhor apresentar o primeiro momento da proposta didática, elaboramos uma tabela, com informações do próprio autor do trabalho, que ilustra os encontros realizados, seus respectivos objetivos e os materiais didáticos que constituem os encontros.

Tabela 7: Síntese dos encontros e textos que compõem a 1º unidade da proposta didática **Q**[46].

Encontro	Título	Objetivo	Material didático
1º	Apresentação da proposta didática	Apresentar aos estudantes a proposta didática e os objetivos da pesquisa/Apresentação dialogada dos principais conceitos da física do movimento e da cosmologia do século XVI, assim como das mudanças histórico-culturais que estavam em curso.	Não especificado.
2º	A teoria de Copérnico e a necessidade de uma nova física	Discutir os problemas científicos, filosóficos e religiosos apresentados pela teoria copernicana, e por que esta teoria suscitava a construção de uma nova física.	A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de física (MEDEIROS; MONTEIRO, 2002)[47]. A premissa metafísica da revolução copernicana (SILVEIRA, 2002).
3º	Tycho Brahe e Kepler: a combinação do espírito de precisão com a criatividade teórica.	Discussão das ideias apresentadas nos textos, a partir das questões levantadas pelos estudantes.	Entrevista com Tycho Brahe (MEDEIROS, 2001). Entrevista com Kepler – do seu nascimento à descoberta das duas primeiras leis (MEDEIROS, 2002). Tycho Brahe e Kepler na Escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula (PRAXEDES; PEDUZZI, 2009)[48]. Carta de Tycho Brahe a Johannes Kepler em Graz (BRAHE, 2004)[49].
4º	Galileu Galilei – o início de uma nova mecânica e a observação de um novo céu.	Apresentar aos estudantes questões que não foram devidamente discutidas no encontro anterior/Discutir a mecânica de Galileu Galilei.	Três Episódios de Descoberta Científica: da caricatura empirista a uma outra história (SILVEIRA; PEDUZZI, 2006)[50]. A revolução copernicana (KUHN, 1990)[51]. Curso de física básica (NUSSENZVEIG, 2001, p. 67 - 68)[52].
5º	Exibição seguida de discussão do documentário, Galileu – a batalha pelo céu.	Contemplar aspectos da vida de Galileu e do contexto histórico-cultural de sua época que foram apenas sinalizados nos textos utilizados no encontro anterior.	Galileu - A batalha pelo céu (SCIENTIFIC AMERICAN – Brasil; NOVA PBS).
6º	René Descartes	Problematizar alguns elementos que compõe a física cartesiana.	Não especificado.

[46] A segunda unidade da proposta didática **D** discute a gravitação einsteiniana, dessa forma não será analisado os textos que formam a unidade dois da proposta didática **D**.
[47] Seções III e IV.
[48] Leitura optativa.
[49] Leitura optativa.
[50] Seções I e II.
[51] Leitura de alguns trechos sobre as observações telescópicas de Galileu.
[52] Trecho dos Diálogos sobre os dois Principais Sistemas do Mundo de Galileu.

Encontro	Título	Objetivo	Material didático
7º	Isaac Newton e a gravitação universal.	Discutir a gravitação newtoniana.	Sobre Isaac Newton (PEDUZZI, 2008)[53]. Isaac Newton e a gravitação universal (DANIEL, 2011)[54]. Principia: princípios matemáticos da filosofia natural – Livro I (NEWTON, 2002, p. 83-87).
8º	Não especificado.	Discussão sobre a influência da mecânica e gravitação newtoniana sobre as sucessivas gerações de físicos dos séculos XVIII e XIX.	Não especificado.

Fonte: Tabela elaborada pelo próprio autor.

[53] Leitura complementar.
[54] Texto extraído e adaptado da pesquisa de doutorado a qual a proposta didática **D** faz parte.

A proposta didática **Q** pretende discutir as controvérsias e contribuições socioculturais inerentes ao desenvolvimento da ciência (DANIEL, 2011). Para isso, o autor selecionou textos nos quais é possível identificar trechos que contribuem para enfatizar uma concepção ahistórica e socialmente neutra do desenvolvimento científico. Nos dois textos (MEDEIROS, 2002; SILVEIRA, 2002) referentes ao segundo encontro (**A teoria de Copérnico e a necessidade de uma nova física**), cujo objetivo é discutir os problemas científicos, filosóficos e religiosos apresentados pela teoria copernicana, e por que esta teoria suscitava a construção de uma nova física, podemos citar um trecho que destaca as influências socioculturais para no desenvolvimento das ideias copernicanas.

> (...) o modelo de Copérnico foi alvo de críticas severas, relacionadas à dificuldade de admitir-se a existência de um Universo infinito. Em um certo sentido, no entanto, pode-se afirmar que Copérnico estava, em relação ao seu quarto postulado, em sintonia com os novos tempos abertos pelas descobertas de novas terras e a ampliação dos horizontes espaciais dos europeus. (MEDEIROS, 2002, p. 36).

No fragmento acima, o autor discute a relação entre o trabalho de Copérnico e o contexto político e econômico na Europa dos séculos XV e XVI. Período marcado pelo Renascimento e pela reforma protestante, ou seja, por intensas transformações sociais, que contribuíram para a elaboração das inovações astronômicas de Copérnico (1473 – 1543).

O Renascimento foi um importante movimento de ordem artística, cultural e científica que marcou a passagem da Idade Média para a Moderna, evidenciado por um período de viagens e explorações e, consequentemente, da importância de melhores mapas e técnicas de navegação para o êxito das viagens. Nesse contexto, o sucesso de novas explorações marítimas dependia do estudo da astronomia, consequentemente a relação econômica e política da Europa nos séculos XVI e XVII contribuiu para o desenvolvimento da astronomia e das ideias copernicanas (KUHN, 2002).

Ainda no que se refere as relações socioculturais da ciência, presentes no texto selecionado pela proposta didática **Q**, Medeiros escreve que:

> (...) Copérnico retoma a questão da relatividade ótica dos movimentos, Oresme argumentara, já no século XIV, que, apenas com base em dados físicos ou da razão, não seria possível concluir se a Terra estaria em repouso ou em movimento. Acreditando no

> repouso da Terra, Oresme sustentava, no entanto, ser isto uma questão de fé. (MEDEIROS, 2002, p. 36).

O trecho acima demonstra uma importante relação do desenvolvimento científico com a fé cristã no período em que Copérnico elaborou suas ideias, num contexto em que filósofos naturais apresentavam diversos motivos pelos quais consideravam o universo finito e a Terra imóvel no centro do universo. Um dos argumentos em favor de um universo finito e da Terra imóvel sustentava que todos os objetos com peso se deslocam para a Terra, ideia do pesado e do leve. Contudo, aceitar as ideias copernicanas significava uma mudança na relação do homem com Deus, pois entre os séculos XIV e XV, a "*astronomia já não está completamente separada da teologia*. *Mover a Terra pode implicar o movimento do trono de Deus*". (KUHN, 2002, p. 131).

Encontrar um novo caminho para chegar às regiões produtoras de especiarias, de sedas, de porcelana, de ouro, enfim, da riqueza, assim como a revolta contra a hegemonia religiosa católica, transformou-se num contexto favorável para o sucesso da Revolução Copernicana. Então podemos afirmar que o texto de Medeiros (2002), selecionado para compor a proposta didática **Q**, apresenta aspectos que evidenciam como o desenvolvimento científico está intrinsecamente relacionado às mudanças socioculturais. Especificamente por demonstrar como o contexto político, econômico e religioso da Europa nos séculos XVI e XVII influenciou o desenvolvimento da ciência neste período.

Em outro momento, Silveira (2002) questiona os motivos pelos quais Copérnico colocou o Sol no centro do mundo, ele escreve que:

> Uma passagem do próprio Copérnico explicita de maneira indubitável a sua inspiração metafísica ao colocar o Sol no centro do Universo: (...) A mesma fundamentação metafísica – o neoplatonismo – decidiu que, posteriormente a Copérnico, Kepler e Galileu abraçassem as ideias copernicanas. (...) (SILVEIRA, 2002, p. 408/409).

Neste artigo, cujo objetivo foi destacar a influência metafísica dos pressupostos astronômicos, sobre os quais o sistema de Copérnico foi estruturado, o autor mostrou como o conhecimento científico é influenciado por questões metafísicas. Segundo Silveira:

> Conferir visibilidade à premissa metafísica que está na gênese da revolução copernicana colabora com o intuito dos autores de

> melhorar o atual tipo de abordagem do modelo heliocêntrico conferido pelos livros-texto (Medeiros e Monteiro, 2002; p. 46), mostrando que o conhecimento científico não está isento de influências contextuais e sócio históricas. (SILVEIRA, 2002, p. 410).

Em contato com as ideias copernicanas Johannes Kepler (1571-1630) se tornou copernicano, e assim como Tycho Brahe (1546 – 1601), que não era copernicano, teve participação fundamental para a Revolução Copernicana. Tycho foi pioneiro em técnicas de observações astronômicas, realizou observações regulares dos planetas que culminaram num conjunto de dados que contribuíram para a solução do problema dos planetas. Kepler tinha uma boa reputação como matemático e conhecedor da astronomia, por isso foi convidado a trabalhar com Tycho e herdou suas observações após sua morte em Outubro de 1601. Com os dados em mãos Kepler realizou cálculos que o levaram a formular as leis matemáticas para o Universo, que mais tarde seria o caminho pelo qual o inglês Isaac Newton, 60 anos depois, formularia a teoria da Gravitação Universal.

Dentre as questões relatadas no artigo de Medeiros (2001), destacamos os motivos pelos quais Tycho se interessou pela Astronomia. O interesse de Brahe estava voltado para “desvendar os segredos do destino dos homens que estava estampado nos céus” (MEDEIROS, 2001, p. 22), ou seja, a preocupação inicial que levou Tycho Brahe a aperfeiçoar as observações astronômicas está ligada a possibilidade de predizer com maior precisão o futuro dos homens. Essa característica exemplifica como interesses não científicos, como a astrologia de Tycho, também são importantes para o desenvolvimento da ciência.

Ao trabalhar em parceria com Brahe, Kepler realizou descobertas significativas durante o estudo do movimento de Marte, “um planeta cuja órbita excêntrica e a proximidade da Terra produzem irregularidades que sempre desafiaram o engenho dos astrónomos matemáticos” (KUHN, 2002, p. 226). Porém, após a morte de Brahe utilizou novos dados e enunciou leis capazes de predizer com exatidão as posições planetárias. De acordo com Kuhn (2002), o fato de ser copernicano, assim como os dados de Brahe, foi um dos motivos pelos quais Kepler conseguiu enunciar um sistema de seis elipses centrado no Sol.

No texto de Medeiros (2002), selecionado para compor a proposta didática **Q**, o autor descreve como o caminho que levou Kepler a adotar o copernicanismo estava em choque como suas convicções religiosas. Medeiros escreve:

> Eu já havia assinado a minha adesão à *Confissão*, mas recusei-me a assinar a minha adesão à *Fórmula da Concórdia*, que me parecia muito radical. (MEDEIROS, 2002, p. 23).

> (...) Lutero havia condenado a doutrina de Copérnico e, assim sendo, ela havia sido rejeitada pelos cânones da *Fórmula da Concórdia*. Eu, que já me tornara um copernicano convicto, recusei-me, então, a aderir à *Fórmula*. (MEDEIROS, 2002, p. 23).

A discussão realizada no texto, elucidada nos trechos citados acima, evidenciam como as convicções religiosas de Kepler, que pretendia se tornar pastor luterano, foram influenciadas pelas suas ideias científicas. Kepler recusou-se a assinar formulários que o fariam aderir à fé luterana e, consequentemente, a abandonar as ideias de Copérnico, condenadas por Lutero. Essa foi uma decisão importante para o desenvolvimento científico, Kepler não poderia continuar a estudar as teorias de Copérnico como pastor, visto que Lutero, e outros líderes protestantes, eram contrários às ideias copernicanas e buscavam argumentos bíblicos para refutá-las.

Por fim, ao analisarmos a proposta didática **Q**, podemos afirmar que os aspectos históricos presentes nos textos que constituem esse trabalho contribuem para enfatizar como o contexto sociocultural influencia o desenvolvimento da ciência.

4.2.3. Nível de aprofundamento dos aspectos históricos

Ao analisarmos as propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, ficou evidente que os autores têm procurado, em sua maioria, selecionar os textos didáticos, sobre a abordagem histórico-filosófica, que formam a proposta didática. Optar por selecionar os textos das propostas didáticas é uma estratégia para os professores de física que desejam utilizar a abordagem histórico-filosófica em sala de aula, num contexto em que a carência de material didático sobre a História e Filosofia da Ciência e o Ensino de Física têm sido constatada pela literatura especializada como um dos principais desafios para aproximar a abordagem histórico-filosófica do ensino de ciências.

Nos textos elaborados pela autora da proposta didática **E**, é possível afirmar que os aspectos históricos abordados foram apresentados com uma linguagem

formal, voltada para o público ao qual a proposta didática se destina, característica que facilita a compreensão do conteúdo abordado ao longo do texto (FORATO et al., 2009a). Todavia, isso não significa que o texto realizou descrições simplistas sobre a história da física, por outro lado, exemplificou, assim como foi descrito pela análise dos aspectos históricos enfatizados (seção 4.2.2.3), características importantes sobre a temática abordada, sem sobrevalorizar posições internas ou externas.

Essa é uma característica presente, por exemplo, no texto 5 (**O modelo de mundo de Ptolomeu**), no qual a autora descreve o complexo sistema ptolomaico, para explicar a variação aparente do brilho dos planetas:

> Se o movimento dos planetas fosse descrito a partir de um sistema excêntrico (figura b), para um observador em **E,** o planeta **P** não pareceria mover-se com velocidade constante ao longo da trajetória em relação às estrelas fixas (apesar de seu movimento ao longo do círculo ser uniforme). Além disso, neste caso, considerando a Terra representada em **E** e o Sol (ou demais planetas) representado em **P**, haveria períodos em que o Sol ou o planeta estaria mais próximo da Terra, o que explicaria a variação de brilho observada. (GATTI, 2005, p. 236).

Neste trecho, são exemplificadas as relações internas sobre o sistema ptolomaico para explicar a variação do brilho dos planetas, contudo, num trecho seguinte, a autora destaca que o Almagesto de Ptolomeu era uma espécie de Bíblia da astronomia e apresenta algumas características que justificam essa afirmação. Ao analisarmos os textos da proposta **E**, podemos afirmar que a autora se preocupou em relatar tanto aspectos internos quanto externos sobre a história da física.

Ao analisarmos os textos da proposta **Q**, identificamos que o nível dos aspectos históricos enfatizados está de acordo com o público ao qual a proposta didática se destina (graduandos em física). Um bom exemplo são os textos que apresentam uma entrevista com Kepler (MEDEIROS, 2002) e com Tycho Brahe (MEDEIROS, 2001). O próprio autor, dos respectivos textos, afirma que “Embora o relato que se segue seja, em sua concepção, uma fantasia pretensamente divertida, as informações históricas veiculadas estão todas apoiadas em obras de inegável valor” (MEDEIROS, 2001, p. 20), sendo assim, ao analisarmos os textos

identificamos a utilização de uma escrita de fácil compreensão, que não deixou de lado a precisão histórica.

A seleção/elaboração de textos que utilizam uma escrita inteligível sem realizar uma simplificação histórica, possibilita a adequação da proposta didática para as condições reais de sala de aula e evita a propagação de uma pseudo-história. Característica importante para o que Chevallar denomina de publicidade do saber, que permite o controle social de aprendizagem e viabiliza sua apropriação pelos sujeitos que formam o Saber a Ensinar.

A programabilidade do saber desempenha um papel importante no contexto da transposição didática de conteúdos da HFC para o Ensino de Física. Visto que, propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, tendem a ser utilizadas pelos professores durante sua prática docente, quando apresentam características que proporcionam a sua utilização em ambientes reais de sala de aula. Consequentemente, enriquece a discussão que envolve a assimetria entre os diversos argumentos favoráveis a inserção da HFC no ensino de ciências e a escassez desse tipo de abordagem no espaço educacional (FREIRE JR., 2002).

Existem diferenças na elaboração de trabalhos históricos voltados para historiadores da ciência e aqueles desenvolvidos para aplicação didática. Os textos didáticos sobre a história da ciência adequados ao ensino, não são textos voltados para historiadores da ciência (FORATO et al., 2009a). O texto sobre a História e Filosofia da Ciência, destinado ao ensino de ciências, deve ser "escrito em linguagem adequada e simples, procurando explicar tudo claramente, sem pedantismos acadêmicos, mas sem tentar simplificar e transformar em "água com açúcar" a complexidade histórica real" (MARTINS, 2006, p. XXIV). Contudo, isso não afasta a importância de uma parceria entre os historiadores, filósofos da Ciência e professores na elaboração de materiais didáticos sobre a HFC e o ensino de ciências, em especial para o Ensino de Física.

O nível dos aspectos históricos enfatizados pelos textos das propostas didáticas analisadas, **E** e **Q**, adequa-se ao público aos quais as propostas se destinam. Ao analisarmos os textos, identificamos uma discussão sobre a história da ciência, que demonstra as complexas relações inerentes ao desenvolvimento

científico, especificamente as concepções sobre natureza da ciência selecionadas, sem a realização de simplificações históricas.

4.2.4 Fontes utilizadas

Os textos didáticos que compõem a proposta **E** foram elaborados pela própria autora. A maioria das propostas didáticas selecionadas (seção 4.1.3), também utiliza textos históricos elaborados pelos próprios autores. Para a elaboração dos respectivos textos, a autora da proposta **E** utilizou, com maior ênfase, textos historiográficos escritos por especialistas na temática. Porém, ao analisarmos os textos didáticos da proposta didática **E**, identificamos citações diretas e indiretas de fontes primárias. O autor da proposta didática **Q**, por sua vez, optou por selecionar, de outros autores, a maioria dos textos de seu trabalho. Dentre os textos selecionados, encontramos trabalhos historiográficos e textos didáticos que utilizam uma narrativa histórica.

A utilização de fontes primárias ou secundárias (historiográficas) na pesquisa sobre a HFC depende do tipo de pesquisa que se pretende realizar e do tipo de pergunta que se pretende responder, pois existem trabalhos de historiadores da ciência que não necessitam de consultas a fontes primárias (MARTINS L. A. P., 2005). Todavia, para utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, Forato et al. (2011) argumentam sobre o cuidado com a utilização de fontes primárias em sala de aula, diante do risco de serem realizadas interpretações equivocadas sobre os aspectos históricos enfatizados. Diante desta questão, estes autores colocam a análise crítica de fontes primárias como uma estratégia para a utilização desse tipo de fonte no ensino (FORATO, 2009a).

Ao optar pela elaboração dos textos didáticos sobre a história da física, a partir da utilização de fontes primárias e historiográficas, a autora da proposta

didática **E**, realizou citações diretas e indiretas das obras de Copérnico[55], Galileu[56], Kepler[57] e Newton[58]. Algumas das citações indiretas estão descritas abaixo:

> "A primeira e mais alta de todas é a esfera das estrelas fixas, que tudo contém e se contém a si própria; e que, por isso mesmo, é imóvel. É seguramente o lugar do Universo a que se referem o movimento e a posição de todos os outros astros. Porque, se alguns pensam que ela também se move de algum modo, nós pelo contrário [não o admitimos] e, quando da dedução do movimento terrestre, mostraremos a causa pela qual ele aparece assim. Segue o primeiro dos planetas, Saturno, que completa o seu circuito em trinta anos. Depois dele, Júpiter, que completa a sua revolução em doze anos. Em seguida, Marte fá-la em dois anos. O quarto na série é ocupado pela revolução anual da orbe, na qual está contida a Terra com a orbe da lua. Em quinto lugar, Vênus, que regressa em nove meses. Enfim, o sexto lugar é ocupado por Mercúrio, que volta num espaço de oitenta dias. E no meio de todos repousa o Sol. Com efeito, neste tempo esplêndido, quem colocaria então esta luminária num lugar diferente, ou melhor, do que aquele de onde ele pode iluminar tudo ao mesmo tempo? Ora, na verdade, não foi impropriamente que alguns lhe chamaram a pupila do mundo, outros, Espírito [do mundo], outros enfim o seu Reitor". (Copérnico, De revolutionibus orbium coelestium, apud. Koyré, 1979, p.39).

> "Quando (...) observo uma pedra, inicialmente em repouso, caindo de uma posição elevada e continuamente adquirindo novos incrementos de velocidade, por que não hei de acreditar que tais aumentos ocorram de maneira que é extremamente simples e óbvia para qualquer pessoa? Se agora examinarmos a matéria cuidadosamente, não achamos adição ou incremento mais simples do que aquele que se repete sempre do mesmo modo". (Galileu, Diálogos relativos às Duas Novas Ciências. apud. Cohen, 1967, p. 97).

Em todos os momentos ao qual foram realizadas citações de fontes primárias foi possível observar, ao analisarmos os textos, que a autora se preocupou em realizar uma explicação sobre o conteúdo, diminuindo assim o risco de serem realizadas interpretações equivocadas sobre o conteúdo abordado. Para a citação indireta de Galileu, descrita logo acima, a autora da proposta **E** realiza, por exemplo, a seguinte explicação:

> (...) Galileu concebe o movimento de queda de um corpo como sendo uniformemente acelerado, de forma que em tempos iguais, o corpo adquire iguais acréscimos de velocidade. Havia, entretanto uma forte limitação para que tal suposição pudesse ser confirmada,

[55] De revolutionibus orbium coelestium.
[56] Diálogos relativos às duas novas ciências.
[57] Astronomia Nova.
[58] Principia: princípios matemáticos de filosofia natural; Óptica.

> já que Galileu não dispunha de condições para realizar medidas diretas de velocidade. (GATTI, 2005, p. 173).

Posteriormente, no momento ao qual é discutido o problema da distância para a formulação da Lei da Gravitação Universal de Newton, são realizadas algumas citações diretas dos *Príncipia* (NEWTON, 1990), segundo a autora da proposta didática **E** “as proposições (...), extraídas do Livro I do Príncipia, revelam a forma encontrada por Newton para solucionar tal problema”. (GATTI, 2005, p. 298). Entre as citações, se encontram a proposição LXX (Teorema XXX) e a proposição LXXIII (Teorema XXXIII):

> Se para cada ponto de uma superfície esférica tenderem forças centrípetas iguais, que diminuem com o quadrado das distâncias a partir desses pontos, afirmo que um corpúsculo localizado dentro daquela superfície não será atraído de maneira alguma por aquelas forças. (NEWTON, 1990 apud GATTI, 2005, p. 298).

> Se para os vários pontos de uma dada esfera tenderem forças centrípetas iguais, que decrescem com o quadrado das distâncias a partir dos pontos, afirmo que um corpúsculo localizado dentro da esfera é atraído por uma força proporcional à sua distância a partir do centro. (NEWTON, 1990 apud GATTI, 2005, p. 298).

Considerando os exemplos apresentados, percebemos que a autora da proposta didática **E**, ao optar por utilizar fontes primárias e historiográficas ao longo dos textos didáticos que compõem seu trabalho, procurou interpretar os aspectos históricos citados direta ou indiretamente das fontes primarias, o que demonstra uma preocupação com relação a este aspecto. Esta é uma característica importante, pois a fonte primária utilizada pelo professor interessado em utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, deve ser conhecida por ele e por quem elaborou o material didático, para que sejam realizadas interpretações diacrônicas sobre a história da física (FORATO, 2009a; 2009b).

Ao contrario da autora da proposta **E**, o autor da proposta **Q** selecionou, de outros autores, a maioria dos textos que formaram os encontros da intervenção, com exceção do sétimo encontro, ao qual utilizou um texto próprio “Isaac Newton e a gravitação universal” (NEWTON, 2011), adaptado de sua pesquisa de doutorado que culminou na elaboração da proposta didática **Q**. Entre os trabalhos, se encontram fontes primárias (NEWTON, 2002; BRAHE, 2004), textos historiográficos

(KUHN, 1990), textos didáticos e artigos (MEDEIROS; MONTEIRO, 2002; PRAXEDES; PEDUZZI, 2009; MEDEIROS, 2001).

Ao analisarmos a proposta didática **Q**, identificamos três diferentes formas de utilização de fontes primárias. No terceiro encontro, após leitura e discussão de textos sobre Tycho Brahe (MEDEIROS, 2001) e Kepler (MEDEIROS, 2002), o autor propõe a leitura de trechos da Carta de Tycho Brahe a Johannes Kepler em Graz (BRAHE, 2004), como atividade complementar. Nesse caso, a fonte primária foi incluída paralelamente a uma discussão sobre a vida de Brahe e Kepler e suas contribuições para a revolução copernicana.

No quarto encontro, o autor recomenda a leitura de um trecho dos "Diálogos Sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo", extraído de um livro universitário de física (NUSSENZVEIG, 2001), destinado a estudantes de matemática, engenharia, física, química, etc., com a finalidade de evidenciar alguns cuidados sobre a utilização de trechos de fontes primárias sobre a História da Ciência no Ensino de Física.

A preocupação em utilizar e interpretar as fontes primárias, facilitando a interpretação diacrônica de episódios sobre a história da física, foi observado em alguns trechos dos textos selecionados para compor a proposta didática **Q**. No segundo encontro, por exemplo, ao qual são apresentados os pressupostos da teoria copernicana, são citados diversos trechos da obra de Copérnico, porém, ao discutir o sexto pressuposto, Medeiros (2002) realiza a seguinte citação:

> (...) quando, por exemplo, o centro da Terra passa por Capricórnio, o Sol aparece-nos passando através de Câncer e quando mencionam a Terra em Aquário, o Sol parece estar em Leão (...) (COPÉRNICO, 1942 apud MEDEIROS, 2002, p. 37).

Entretanto, a fim de evitar a realização equivocada sobre o respectivo trecho, afirma que:

> No sexto pressuposto, Copérnico transfere o movimento anual, até então atribuído ao Sol, para a Terra, tornando assim o movimento daquele apenas como algo aparente. Assim, o movimento da Terra em volta do Sol o faz parecer atravessar o zodíaco, localizando-se sempre na extremidade oposta a Terra. (MEDEIROS, 2002, p. 37).

Levando em conta as considerações realizadas ao analisarmos os textos históricos da proposta didática **Q**, é possível identificar a preocupação do autor em interpretar os aspectos enfatizados na fonte primária, assim como evidenciar os cuidados com a utilização desse tipo de fonte, em formato de trechos, quando se pretende realizar o processo de transposição didática para a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física.

Obviamente, podemos afirmar que as citações diretas e indiretas de fontes primárias realizadas nos textos didáticos da proposta didática **E**, assim como a maioria das citações feitas nos textos da proposta didática **Q**, contribuem para que sejam realizadas interpretações diacrônicas sobre a história da física, evitando a propagação de uma pseudo-história da ciência.

Porém, diante da escolha de quais e como serão utilizadas as fontes historiográficas nas propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas, é importante selecionar referências historiográficas elaboradas por especialistas em história das ciências. Para Martins R. (2001) esses profissionais são pesquisadores preocupados em familiarizar-se com as bibliografias primárias e secundárias, em que a leitura assídua de diversos textos, apesar de não ser primordial, é fundamental para o desenvolvimento de uma pesquisa sobre a História da Ciência.

Títulos acadêmicos em História e Filosofia da Ciência não são garantias da realização de bons trabalhos nessa área, contudo apenas pessoas com conhecimento e treinamento em técnicas em “história da ciência deveria poder escrever sobre história da ciência”. (MARTINS, 2001, p. 114). Para Martins R.:

> (...) um bom livro de história da ciência, além de ser escrito por quem entende do assunto, deve ser o resultado de um trabalho de pesquisa, do estudo dos melhores estudos já feitos sobre o tema e da leitura das obras originais (literatura primária) que estão sendo descritas (MARTINS, 2006, p. XXIV).

Dentre as fontes historiográficas utilizadas nos textos didáticos desenvolvidos pela autora da proposta **E**, destacam-se: Peduzzi (1998) e Cohen (1967), entre aquelas mais citadas. Com relação à proposta **Q**, foram selecionados textos elaborados por diversos pesquisadores, entre eles estão Peduzzi (1998), e Kuhn (1990).

O trabalho desenvolvido por Peduzzi “As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a História e a Filosofia da Ciência em um curso de Mecânica”, citado diversas vezes nos textos didáticos da proposta **E**, é resultado de um trabalho de doutoramento ao qual o pesquisador procurou integrar a História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física com o objetivo de fazer com que estudantes universitários de física possam progredir na resolução significativa de problemas de lápis e papel, assim como discutir uma concepção empirista do desenvolvimento da ciência. Enquanto que “O nascimento de uma nova física” (COHEN, 1967) é um clássico da história da ciência, que descreve a história de uma das maiores mudanças no pensamento humano.

Luiz Peduzzi é professor do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina desde 1976. Atualmente, na condição de professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, vem orientando pesquisas voltadas à investigação do potencial didático, cultural e epistemológico da História da Ciência para o Ensino da Física[59]. Nos últimos anos Peduzzi desenvolveu alguns trabalhos na área da História e Filosofia da Ciência, sempre procurando integrar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. Dentre esses trabalhos, destacamos o livro Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino (PEDUZZI, 2012), que reúne as contribuições atuais de filósofos da ciência, historiadores da ciência e de educadores que se interessam pela utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, e o livro-texto “Evolução dos Conceitos da Física” (PEDUZZI, 2011).

O livro-texto “Evolução dos Conceitos da Física” (PEDUZZI, 2011) é dividido em sete capítulos, que versam principalmente sobre a história da física. Os capítulos 2 a 6 do livro texto deram origem ao DVD “Hipermídia: Evolução dos Conceitos de Física” (PEDUZZI; CORDEIRO; NICOLODELLI, 2011), além de cinco animações em flash, desenvolvidos para o curso de licenciatura em física, na modalidade à distância.

Assim como a tese de Peduzzi, O nascimento de uma nova física (COHEN, 1967), um clássico da história da ciência, foi citado diversas vezes ao longo dos textos didáticos que formam a proposta didática **E**. O autor desse clássico da história

[59] http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4796879D6.

da ciência, Bernard Cohen (1914 – 2003), foi um sublime estudioso de Sir Isaac Newton, assim como professor de História da Ciência emérito da Universidade de Harvard e um dos pioneiros na área.

Um trecho sobre A Revolução Copernicana, de Thomas Kuhn (1990), é utilizado no terceiro encontro, referente ao primeiro momento da proposta didática **Q**. Kuhn, é reconhecido pelas suas contribuições na área da História e da Filosofia da Ciência e na condição de professor de Harvard foi pioneiro em utilizar a abordagem histórico-filosófica num curso de ciências destinado a um público formado por não cientistas.

A análise sobre as duas referências mais citadas nos textos didáticos da proposta **E**, assim como dos autores dos textos selecionados pelo autor da proposta didática **Q**, deixa evidente que os autores das propostas didáticas se preocuparam em selecionar referências confiáveis sobre a temática histórica que forma o trabalho. Esse cuidado, apesar de não ser garantia, dificulta a divulgação de erros sobre a História da Física (MARTINS, 2001).

Ao analisarmos as propostas didáticas **E** e **Q**, concluímos que em ambos os trabalhos existe a preocupação em interpretar os aspectos históricos enfatizados na fonte primária. Característica que contribui para que sejam realizadas interpretações diacrônicas sobre a história da física, evitando a propagação de uma pseudo-história da ciência.

CONCLUSÕES

Em duas décadas, resultados de pesquisas são capazes de assegurar que existe uma assimetria entre o número de argumentos favoráveis a utilização da HFC no Ensino de Física e a quantidade de intervenções empíricas dentro dessas áreas. Levando em consideração esse cenário, este trabalho selecionou propostas didáticas de física, com o objetivo de analisar as estratégias de transposição didática adotadas pelos autores de teses e dissertações brasileiras, ao elaborarem propostas didáticas que utilizam abordagens histórico-filosóficas no Ensino de Física.

Com a seleção das propostas didáticas, identificamos uma tendência de crescimento do número de trabalhos que procuram integrar a História e a Filosofia da Ciência ao Ensino de Física. Resultado semelhante foi observado por Carvalho (1996), e ratificado por Teixeira et al. (2012b) que definiu a relevância de utilização empírica da HFC no Ensino de Física, ou seja, a importância de um número significativo de intervenções em sala de aula, capazes de esclarecer os reais benefícios da abordagem histórico-filosófica para o Ensino de Física. Obviamente, esperamos que a análise sobre a utilização didática da HFC no Ensino de Física, realizado por esse trabalho, contribua para a discussão que envolve a transposição do conteúdo histórico-filosófico para ser utilizado no ambiente de ensino e, consequentemente, para uma maior aproximação entre essas duas áreas.

Observamos que são diversos os objetivos pedagógicos almejados pelos autores das propostas didáticas: refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem, promover aprendizado de conceitos, auxiliar na formação de professores, melhorar a concepção sobre natureza da ciência, etc.. Esses resultados demonstram que a utilização da HFC no Ensino de Física pode contribuir para que sejam alcançados os mais diversos objetivos pedagógicos. Porém, a maioria almeja discutir concepção sobre natureza da ciência que, entre outras coisas, pode contribuir para combater certas visões equivocadas e ingênuas sobre a ciência. Apesar dos objetivos pedagógicos que a utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física pode alcançar o forte interesse em discutir concepções sobre natureza da ciência, se destaca num contexto em que os livros, a grande mídia (TV; rádio) e até mesmo

os professores acabam por transmitir uma visão equivocada da ciência (FORATO, 2009a; PAGLIARINI, 2007).

Entre as propostas didáticas selecionadas, 59% utilizaram a Mecânica ou a ótica como temática. Resultados que refletem uma tendência no Brasil que negligência a Física Moderna, dando ênfase, principalmente, aos assuntos da Mecânica Clássica. O estudo da Física Moderna relaciona-se com tecnologias atuais que fazem parte do dia a dia das pessoas, sendo importante o estudo de sua história para que possamos refletir sobre as implicações sociais que o desenvolvimento dessa área acarreta em nossas vidas.

Apesar da escassez de propostas didáticas que utilizam a Física Moderna como temática, ao analisarmos os trabalhos, identificamos uma característica importante sobre a elaboração das propostas didáticas, a saber: os trabalhos selecionados utilizam, em sua maioria, textos elaborados pelos próprios autores para compor as propostas didáticas de física, orientadas por abordagens histórico-filosóficas. Um dos desafios para a utilização da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física é a pouca disponibilidade de material didático entre essas duas áreas. Na verdade, existe um número significativo de trabalhos sobre a história da física, porém boa parte descreve uma história anacrônica, linear, etc., sobre a física.

Podemos então concluir que os autores têm enfrentado a dificuldade que envolve a pouca disponibilidade de material sobre a abordagem histórico-filosófica e o Ensino de Física elaborando os próprios textos. Algumas das propostas didáticas optaram por selecionar textos de outros autores, evidenciando que, apesar de serem escassos, existem textos sobre a História e Filosofia da Ciência que podem ser utilizados no Ensino de Física.

No caminho de contribuir para que os professores de física possam utilizar a abordagem histórico-filosófica em sala de aula, um número significativo das propostas didáticas selecionadas foi elaborada para curso de formação de professor. Essa preocupação aliada à utilização constante da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física deve favorecer o uso da HFC em ambiente real de sala de aula, num contexto em que a falta de formação do professor em trabalhar com a

abordagem histórico-filosófica é definida como um obstáculo para a utilização didática da HFC no Ensino de Física.

Com a definição dos critérios de corte, analisamos as propostas didáticas **E** e **Q**. Ao analisarmos esses trabalhos, identificamos que ambas selecionaram as concepções sobre natureza da ciência que desejavam enfatizar ao longo da proposta didática. Todavia, enquanto a proposta **Q** utilizou uma estratégia explícita para discutir uma concepção sobre natureza da ciência no Ensino de Física, a proposta didática **E** utilizou uma estratégia implícita.

Diante da falta de resultados empíricos sobre a interface que envolve a HFC e o ensino de ciências, não podemos afirmar qual das duas estratégias conseguem realmente alcançar melhores resultados. Por sua vez, diante do que foi exposto ao longo da análise, alguns pesquisadores advogam em favor da estratégia explícita como uma metodologia capaz de alcançar melhores resultados.

Apesar da falta de resultados empíricos sobre a melhor estratégia para utilizar a HFC no Ensino e Física a fim de discutir alguma concepção sobre natureza da ciência, Forato (2009a) defende que os conteúdos históricos selecionados para compor os textos da proposta didática devem estar em consonância com a concepção sobre natureza da ciência que a proposta pretende enfatizar.

Ao analisarmos as propostas didáticas **E** e **Q**, podemos concluir que os episódios da história da Gravitação Universal, selecionados pela proposta **E**, assim como pela proposta **Q**, são favoráveis para que as concepções sobre natureza da ciência, selecionadas pelos autores das proposta sejam abordadas. Característica que contribui para que os objetivos pedagógicos pretendidos com a utilização didática da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física sejam alcançados, pelas respectivas propostas.

O nível dos aspectos históricos enfatizados pelos textos das propostas didáticas é adequado para um curso de formação de professores, ou seja, para o público aos quais as propostas se destinam. Ao analisarmos os textos elaborados e selecionados para compor as propostas **E** e **Q**, identificamos, também, uma discussão sobre a história da ciência que demonstra as complexas relações

inerentes a ciência, especificamente as concepções selecionadas sobre natureza da ciência, sem a realização de simplificações históricas.

O interesse pela utilização da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física não pode negligenciar os cuidados em selecionar materiais didáticos que não descrevam a HC como algo simples e sem crises, ou seja, sem apresentar as complexas relações que envolvem a ciência.

Ao analisarmos as propostas **E** e **Q** concluímos que ambas utilizaram fontes primárias e secundárias ao longo dos textos elaborados e selecionados para formar os trabalhos. Em ambas as propostas, concluímos que existe a preocupação em interpretar os aspectos históricos enfatizados na fonte primária. Característica que deve ser tomada pelos professores interessados em utilizar a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física. O cuidado em interpretar trechos de fontes primárias contribui para que sejam realizadas interpretações diacrônicas sobre a história da física, evitando a propagação de uma pseudo-história da ciência.

A seleção das referências que formam os textos sejam eles elaborados ou selecionados, apesar de não ser garantia, pode contribuir para evitar a propagação de uma pseudo-história. Devem ser utilizadas fontes de pessoas com conhecimento e treinamento em técnicas em História da Ciência. De acordo com Martins (2006), um bom livro de HC é resultado de uma pesquisa sobre os melhores estudos sobre a temática, isso envolve o contato com os principais estudos feitos sobre o tema.

Utilizar a HFC no ensino de ciências, em especial no Ensino de Física, não é tarefa simples, exige o uso de conhecimentos de diferentes áreas a fim de evitar transmitir concepções erradas sobre a história da ciência. O caminho é longo, nele se encontram os mais diversos obstáculos, porém ao analisarmos as propostas didáticas podemos concluir que entre as adversidades é possível construir um Ensino de Física mais contextualizado, que possa mostrar como a ciência é influenciada pelo contexto sociocultural.

Por fim, espera-se que essa pesquisa possa contribuir para aproximar, cada vez mais, de forma efetiva e com exemplos empíricos, a História e Filosofia da Ciência do Ensino de Física. Os resultados apresentados por essa pesquisa, que analisou como os autores de propostas didáticas de física enfrentam o desafio de

realizar o processo de transposição didática da HFC para o Ensino de Física, fornece uma gama de recomendações sobre a utilização empírica da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física, servindo assim de referência confiável para aqueles que pretendem integrar a HFC ao Ensino de Física.

Por influência dos resultados alcançados por essa pesquisa, pretendo elaborar uma proposta didática de física, orientada por uma abordagem histórico-filosófica, e apresentar futuros resultados capazes de contribuir para a elaboração de um panorama sobre os reais benefícios que a HFC possui para o Ensino de Física.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, P. Problemas metodológicos em Historiografia de Ciência. In: SILVA Filho, W. J. (org.). Epistemologia e Ensino de Ciências. Salvador: Arcádia, 2002. p. 51-91.

ADÚRIZ-BRAVO; SEROGLOU, F.. A. Introdution: the Application of the History and Philosophy of Science in Science Teaching. Science and Education, 2011. DOI 10.1007/s11191-011-9394-8.

ALMEIDA, Geraldo Peçanha de. Transposição didática: por onde começar. São Paulo: Cortez, 2007.

ALTERS, Brian J. Whose Nature of Science? Journal of research in science teaching vol. 34, no 1, pp. 39–55 (1997).

ALVES, José. Regras da transposição didática aplicada ao laboratório didático. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 17, nº 2. Florianópolis, ago/2000.

AZEVEDO H. L.; MONTEIRO, Jr., F. N.; SANTOS,T. P. dos; TANCREDO. B. N.; CARLOS, J. G.; NARDI, R. O uso do experimento no Ensino da Física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. Atas, 2009.

BATISTA FILHO, Agdo. R.; GOMES, Edilson B.; Kalhil, Josefina D. B.; CARVALHO, Luís A. M. de; CAVALHEIRO, J. dos S. Transposição didática no ensino de ciências: facetas de uma escola do campo de Parantins/AM. Revista ARETÉ, v. 3, n. 8, p. 71-82, jan-juj, 2012.

BRAHE, Tycho. Carta de Tycho Brahe a Johannes Kepler em Graz. Revista SCIENTIÆ studia São Paulo, v. 2, n. 4, p. 567-74, dez. 2004. Disponível em http://www.scientiaestudia.org.br/revista/cont_02_04.asp

BRASIL, Ministério da Educação, Secretária de Educação média e tecnológica. Parâmetros curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999, 364 p.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretária de Educação média e tecnológica. Parâmetros curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999, 364 p.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União: Republica Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Republica Federativa do Brasil/ Brasília:MEC/SEMTEC, Brasília, DF, 2002.144 p.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? Investigação em Ensino de Ciências – v. 10 (3), pp. 387-404, 2005.

CAMARGO, S.; BARRA, E. S. O.; BOSS, Sergio Luiz Bragatto. Análise das Propostas Didáticas de História e Filosofia da Ciência para o Ensino de Física. 2014. Dissertação (Mestrado em PPGECM/UFPR) - Universidade Federal do Paraná.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I. . O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. Revista Investigações Em Ensino de Ciências, IF-UFRGS, v. 1, n.1, p. 3-19, 1996.

CARVALHO, A. M. P. e GIL PEREZ, D. (1993). Formação de professores de Ciências: tendências e inovações. São Paulo: Cortez – Coleção questões da nossa época, v. 26, 120 p.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. Caderno Catarinense do Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3: p. 225-237, dez, 1992.

CHEVALLARD, Yves. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique, 1991.

CORDEIRO, M.; PEDUZZI, L. O. Q. Um módulo sobre a Radioatividade: sua história e sua transposição didática. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Orgs.) Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 2012. Cap. 7, p. 183-210.

CRESWELL, J. W. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Los Angeles: Sabe, 2009.

CROTTY, Michael. The foundations of social research: meaning and perspective in there search process. London: Sage, 1998. p. 18-41.

DANIEL, Gilmar Praxedes. História da ciência em um curso de licenciatura em Física: a gravitação newtoniana e a gravitação einsteiniana como exemplares. Tese. 404p. Florianópolis: UFSC, 2011.

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

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009a. Tese (Doutorado). São Paulo: FEUSP, 2009a, 2 v.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. Prescrições historiográficas e saberes escolares: alguns desafios e riscos. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009b, Florianópolis.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. A história e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010, Águas de Lindoia. Atas p. 1-12.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula. In: Peduzzi, L. O. Q.; Martins, A. F. P.; Hidalgo, J. M. (Orgs.) Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 2012.

FREIRE JR., O. ; SERPA, L. F. ; CARVALHO, M. P. . A presença da história no ensino das ciências: Um estudo comparativo entre o Brasil e Portugal (1960-1980). In: 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica, 2001, Évora e Aveiro. Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica. Évora: Universidade de Évora, 2000. v. 1. p. 720-734.

FREIRE, JR., Olival. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In. SILVA Filho, W. J. (org.). Epistemologia e Ensino de Ciências. Salvador: Arcádia, 2002. p. 13-30.

GATTI, S. R. T. ; NARDI, R. . História da Ciência no Ensino de Física: algumas relações entre as concepções e as práticas de futuros docentes.. In: Roberto Nardi, Fernando Bastos. (Org.). Formação de Professores e Práticas Pedagógicas no Ensino de Ciências: contribuições de pesquisas na área.. São Paulo: Escrituras, 2008.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 125 - 154, 2001.

GLESNE, C. Becoming qualitati veresearchers: an introduction. Boston: Peason, 2006.

GOULART, S. M. História da ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. In. LIBANEO, J. C. & SANTOS, Akiko (orgs.). Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. Campinas, SP: Alínea, 2005.

GUERRA, A.; FREITAS, J.; BRAGA, M. A. A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 15, n. 1: p. 32-46, abril 1998.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. W. Competing paradigms in qualitative research. In: N. K. DENZIN; Y. S. LINCOLN (Eds.), Handbook of qualitative research. Thousand Oaks: Sage, 1994. p. 105-117.

HARRES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre natureza da ciência e suas implicações para o ensino. Investigações em Ensino de Ciências – V(4), pp. 197-211, 1999.

HARRES, J. B. S. Desenvolvimento histórico da dinâmica: referente para a evolução das concepções dos estudantes sobre força e movimento. I Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Educação em Ciências, Burgos, Espanha, 16-21 de setembro de 2002.

HÖTTECHE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school Science education is a challenge: an analysis of obstacles. Science and Education, 2011. DOI 10.1007/s11191-010-9285-4.

HÜISENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 21, n. 3: p. 377-391, dez 2004.

IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. Sci & Educ (2011) 20:591–607.

KUHN, Thomas S. A revolução copernicana: a astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento ocidental. Lisboa: Ed. 70, 1990.

LEDERMAN, N. G. et al. Questionário: Visões da Natureza da Ciência (Modelo C) – VNOS (C). Tradução de Charbel Niño El-Hani. Salvador: IBUFBA, 2000b. Mimeografado. (Texto extraído de: ABD-EL-KHALICK, 1998 e LEDERMAN et al., 2000a)

LICHTMAN, M. Qualitative research in educacion: a user's guide. Thousand Oaks: Sage, 2010.

MARTINS, A. F. P “Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas?”. Episteme – Filisofia e História das Ciências em Revista, Porto Alegre, n. 10, p. 39-56, jan./jun. 2000.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no Ensino: há muitas pedras nesse caminho. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, abr. 2007.

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

MARTINS, Roberto de Andrade Sobre o papel da história da ciência no ensino. *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência* (9): 3-5, 1990.

MARTINS, Roberto de Andrade. Como não escrever sobre a história da física – um manifesto historiográfico. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 23, no. 1, Março, 2001.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino . A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. Ciência e Educação (UNESP), São Paulo, v. 9, n.1, p. 53-65, 2003.

MARTINS, Roberto de Andrade . Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo. (Org.). Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC / Livraria da Física / FAPESP, 2005, v., p. 115-145.

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

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.12, n.3, p.164-214, dez. 1995.

MEDEIROS, Alexandre. Entrevista com Tycho Brahe. Física na Escola, v.2. n.2, p.20-30, 2001.

MEDEIROS, Alexandre. Entrevista com Kepler: Do seu Nascimento à Descoberta das duas Primeiras Leis. Física na Escola, v.3. n.2, p.20-33, 2002.

MEDEIROS, Alexandre; MONTEIRO, Maria Amélia. A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v.19, n.1, p.29-52, abr. 2002.

MENDES, Maricleide Pereira de Lima. O conceito de reação química no nível médio: história, transposição didática e ensino. Tese.2011.

MORAIS, Angelita; GUERRA, A. História e filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas de física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 1, 2013.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. Programa Internacional de Doctorado em Enseñanza de lasCiencias. Universidade do Rio Grande do Sul, Instituto de Física. Porto Alegre, 2003.

NEWTON, I. (1990). Principia: princípios matemáticos de filosofia natural. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 292 p.

NEWTON, Isaac. Principia: princípios matemáticos da filosofia natural – Livro I. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

NEWTON, I. (1996). Óptica. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 293 p.

NUSSENZVEIG, Herch Moyses. Curso de física básica. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v.1.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A.P.B. História da ciência e ensino de física: uma análise meta-historiográfica. In: Peduzzi, L. O. Q.; Martins, A. F. P.; Hidalgo, J. M. (Orgs.) Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 372 p., 2012. ISBN: 978-85-7273-885-9.

PAGLIARINI, C. R. Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio. Dissertação, 115p. São Carlos: USP, 2007.

PEDUZZI, L. O. Q. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e a filosofia da ciência em um curso de mecânica. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1998.

PEDUZZI; Luiz O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. cap. 7, p.1.

PEDUZZI; L. O. Q. Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana. Florianópolis, 2010.

_____. Evolução dos conceitos da Física. 1.ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. V. 1 130p.

PEDUZZI, L. O. Q. (Org.) ; MARTINS, A. F. P. (Org.) ; FERREIRA, J. M. H. (Org.) . Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. 1. ed. Natal: EDUFRN, 2012. v. 1. 372p.

PEDUZZI; L. O. Q.; CORDEIRO, M. D.; NICOLODELLI, D. Hipermídia: Evolução dos Conceitos da Física. ISSN: 9-788580-300154. 2011.

PENA, F. L. A. Sobre a presença do Projeto Harvard no sistema educacional brasileiro. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 1, 1701, 2012.

PESSANHA, Eurize C.; DANIEL, Maria E.B.; MENEGAZZO, Maria Adélia. Da história das disciplinas escolares à história da cultura escolar: uma trajetória de pesquisa. Revista Brasileira de Educação, Set/Nov/Dez 2004, nº 27.

PIETROCOLA, Maurício. Inovação curricular em física: transposição didática e a sobrevivência dos saberes. In. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Curitiba, 2008.

PINHO ALVES, José. A Eletrostática como exemplo de Transposição Didática. In: PIETROCOLA, Maurício (org). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora . Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 77-100.

PINHO ALVES, José. Atividades experimentais: do método à pratica construtivista . Florianópolis: UFSC, Pós Graduação em Educação. (Tese de Doutorado). 302p. 2000.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. Estágio e docência.Ed. Cortez, São Paulo 2004.

PRAXEDES, Gilmar; PEDUZZI, Luiz. O. Q. Tycho Brahe e Kepler na Escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 31, n. 3, set. 2009.

ROSA, Katemari Rosa. A inserção de história da ciência na formação de professores de física: as experiências da UFBA/UFGRS. Dissertação. 198p. Salvador: UFBA/UFRGS, 2006.

SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. História e filosófia da ciência para sala de aula no EPEF (2002-2010). XIII Encontro de Pesquisa em Ensino Física 2011–Foz do Iguaçu, PR.

SCHMIEDECKE, W. G.; SILVA, M. P. C.; SILVA, W. M. A história da ciência na composição de sequências didáticas: possibilidades trabalhadas em um curso de

licenciatura em física. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2011 – Manaus, AM.

SILVA, Cibelle Celestino. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. In: SILVA, C. C. (Org). São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. Prefácio.

SILVA, Eider de Souza; TEIXEIRA, E. S.; PENIDO, M. C. História e filosofia das ciências no ensino de física: uma análise das teses e dissertações no Brasil. Anais do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, São Paulo, 2013.

SILVEIRA, Fernando Lang da; PEDUZZI, Luiz O. Q. Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 23, n. 1: p. 26-52, abr. 2006.

_____ A premissa metafísica da revolução copernicana. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v.19, n.3, p.407-410, dez. 2002.

SOUZA, Wellington B. de; RICARDO, Elio C.; PAIVA, Josias R.; NETO, Pedro Antônio S.; CORRÊA, Roger W. A vigilância epistemológica de Chevallard aplicada ao espalhamento das partículas Alfa. XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Maresias, 2012.

STAUB, Ana Carolina M. Transposição didática do modelo de Huygens: uma proposta para a física escolar. Tese. 198p. Florianópolis: UFSC, 2010.

TEIXEIRA, E. S. A influência de uma abordagem contextual nas concepções sobre natureza da ciência: um estudo de caso com estudantes de física da UEFS. Dissertação. 130p. Salvador: UFBA/UEFS, 2003.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I.; FREIRE, O. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: a research synthesis of didactic interventions. Science and Education, 21(6), 771-796. 2012a.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, O. Uma Revisão Sistemática das Pesquisas Publicadas no Brasil sobre o Uso Didático de História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física. In: Peduzzi, L. O. Q.; Martins, A. F. P.; Hidalgo, J. M. (Orgs.) Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 2012b.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE, O.; Greca, I. (2014). La Enseñanza de la Gravitación Universal de Newton Orientado por la Historia y Filosofía de laCiencia: Una Propuesta Didactica con un Enfoque em la Argumentación. Enseñanza de las Ciencias. (artigo aceito para publicação).

TRINDADE, D. F. A interface ciência e educação e o papel da história da ciência para a compreensão do significado dos saberes escolares. Revista

VANNUCCHI, A. I. História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

VILAS BOAS, Anderson et al. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 287-322, jun. 2013. ISSN 2175-7941.

WESTFALL, Richard S. A vida de Isaac Newton. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995. 428 p.

ANEXOS

ANEXO A – **Lista das propostas didáticas selecionadas.**

A. VANNUCCHI, A. I**. História e Filosofia da Ciência: da teoria para a sala de aula**. Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

B. PEDUZZI, L. O. Q. **As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história e a filosofia da ciência em um curso de mecânica**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 1998.

C. TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional.** Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

D. BASSO, A. C. **O átomo de Bohr no nível médio: uma análise sob o referencial lakatosiano.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

E. GATTI, S. R. T. **Uma análise de uma ação didática centrada na utilização da história da ciência: uma contribuição para a formação inicial do docente de física**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

F. MELO, A. C. S. **Contribuições da epistemologia histórica de Bachelard no estudo da evolução dos conceitos da óptica.** Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2005.

G. PORTELA, S. I. C. **O uso de casos históricos no ensino de física: um exemplo em torno da temática do horror da natureza ao vácuo.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

H. DUARTE, R. C. B. **Módulo de ensino de mecânica newtoniana com uso de abordagem CTS – histórica.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2006.

I. SILVA, O. H. M. **Um estudo sobre a estruturação e aplicação de uma estratégia de ensino de física inspirada em lakatos com a reconstrução racional didática para auxiliar a preparar os estudantes para debates racionais entre teorias e /ou concepções rivais.** Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Uniiversidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

J. FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz.** Tese (Doutorado em Educação) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

K. IACHEL, G. **Um estudo exploratório sobre o ensino de astronomia na formação continuada de professores.** Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

L. SILVA, W. L. R. **A importância de uma abordagem epistemológica na graduação em Física.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e da Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECM), Centro Federal de Educação Tecnológica, Rio de Janeiro, 2009.

M. SILVA, D. A. **Aspectos epistemológicos da Física newtoniana na formação científica.** Dissertação (Mestrado em História e Filosofia da Ciência) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

N. PEREIRA, R. A. **A física da música no renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

O. ARTHURY, L. H. M. **A cosmologia moderna a luz dos elementos da epistemologia de Lakatos.** 2009. 133f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

P. MELO, A. C. S. **Transposição didática do modelo de Huygens: uma proposta para a física escolar.** Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica – PPGECT, Universidade federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

Q. DANIEL, G. P. **História da ciência em um curso de licenciatura em física: a gravitação newtoniana e a gravitação einsteiniana como exemplo.** Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.

R. HENRIQUE, A. B. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da Cosmologia.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

S. CORDEIRO, M. D. **Dos Curie a Rutherford: aspectos históricos e epistemológicos da radioatividade na formação científica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.

T. FILHO, M. A. **Demanda epistemológica no ensino de Física.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e da Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECM), Centro Federal de Educação Tecnológica, Rio de Janeiro, 2011.

U. SCHIRMER, S. B. **Textos originais de cientistas e textos sobre história das ideias da ciência na formação inicial de professores de Física.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências). Centro de Ciências

Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

V. MOURA, B. A. **Formação crítica-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da história da ciência.** Tese. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.