



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

AGRÍCIO ALMEIDA SANTOS

**O USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC) NO
ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Feira de Santana
2018

AGRÍCIO ALMEIDA SANTOS

**O USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC) NO
ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física,
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), como requisito
parcial para obtenção do Grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Milton Souza Ribeiro

Feira de Santana
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

AGRÍCIO ALMEIDA SANTOS

O USO DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC) NO ENSINO DE FÍSICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), como requisito parcial para obtenção do Grau de Licenciado em Física.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Milton Souza Ribeiro

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS (Orientador)

Profa. Dra. Indianara Lima Silva

Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

Prof. Dr. Sérgio Boss

Universidade Federal do Recôncavo

Feira de Santana

2018

Dedico este trabalho ao meu filho, fonte de inspiração que me faz ir
sempre mais longe e além.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por ter me permitido chegar até aqui e me dado força nessa caminhada com pedras e flores no caminho.

À minha família e, em especial, a minha esposa Jerliane Almeida Duarte, a quem muito amo e também me ajudou.

Por fim, agradeço ao meu orientador Milton Souza Ribeiro, por não somente ter me orientado, mas acreditado em mim e ao professor Carlos Alberto de Lima Ribeiro, meu grande amigo.

RESUMO

A inserção da história e filosofia da ciência (HFC) no ensino, em geral, e no ensino de física, em particular, tem gerado, nas últimas décadas, diversas discussões entre os pesquisadores da área e também no âmbito das legislações educacionais de diversos países, incluindo o Brasil. Este trabalho pretende analisar a maneira como a literatura vem abordando a utilização da HFC no ensino de física, bem como investigar as estratégias metodológicas que têm sido utilizadas nesse sentido. Para isso, foram considerados os trabalhos publicados entre os anos de 2001 e 2017 em três periódicos brasileiros de ensino de física: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, e Revista Física na Escola. Os 40 trabalhos selecionados foram categorizados e analisados de forma qualitativa, levando em consideração as estratégias metodológicas utilizadas, o contexto de aplicação, os conteúdos de física abordados, dentre outros aspectos. A análise possibilitou relacionar os dados levantados com o que tem sido proposto na literatura e nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Palavras-chave: Ensino de Física; História e Filosofia da Ciência; Parâmetros Curriculares Nacionais.

ABSTRACT

The insertion of history and philosophy of science (HFC) in teaching, in general, and in physics teaching, in particular, has generated, in the last decades, several discussions between the researchers of the area and also within the scope of the educational legislations of several countries, including Brazil. This work intends to analyze the way the literature has been approaching the use of HFC in physics teaching, as well as to investigate the methodological strategies that have been used in this sense. For that, the works published between the years 2001 and 2017 were considered in three Brazilian physics teaching journals: Brazilian Notebook Physical Education, Brazilian Journal of Physics Teaching, and Physical Journal in School. The 40 selected papers were categorized and analyzed in a qualitative way, taking into account the methodological strategies used, the application context, the physics contents covered, among other aspects. The analysis made it possible to relate the data collected with what has been proposed in the literature and in the National Curricular Parameters.

Keywords: Physics Teaching; History and Philosophy of Science; National Curricular Parameters.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição anual do número de publicações.....	40
Gráfico 2 - Número de artigos por categoria.....	41
Gráfico 3 - Número de artigos de acordo com a testagem/apresentação ou não de estratégia metodológica.....	49
Gráfico 4 - Número de trabalhos por contexto de aplicação.....	49
Gráfico 5 - Número de trabalhos de acordo com a rede de ensino em que foram aplicados.....	50
Gráfico 6 - Número de artigos de acordo com o tipo de abordagem da História da Ciência.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Detalhamento dos trabalhos da categoria 1 – Uso de episódios históricos.....	15
Quadro 2 – Detalhamento dos trabalhos da categoria 2 – Uso de textos históricos.....	22
Quadro 3 – Detalhamento dos trabalhos da categoria 3 – Formação de professores.....	25
Quadro 4 – Detalhamento dos trabalhos da categoria 4 – Uso de experimentação.....	29
Quadro 5 - Detalhamento dos trabalhos da categoria 5 – Uso de debates.....	32
Quadro 6 - Detalhamento dos trabalhos da categoria 6 – Uso da arte.....	34
Quadro 7 - Detalhamento dos trabalhos da categoria 7 - Uso de tecnologias de informação e comunicação.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de artigos publicados por ano.....	39
Tabela 2 - Número de trabalhos por categoria.....	40
Tabela 3 - Relação entre as categorias de análise e os conteúdos abordados.....	51
Tabela 4 - Número de artigos de acordo com o tipo de abordagem da História da Ciência.....	52
Tabela 5 - Número de artigos com abordagem histórica e histórico-filosófica em cada categoria.....	53
Tabela 6 - Número de artigos de acordo com o tipo de abordagem da história da ciência em cada categoria.....	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA.....	12
3	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ÂMBITO DAS LEGISLAÇÕES EDUCACIONAIS.....	13
4	METODOLOGIA.....	13
5	CATEGORIZAÇÃO E DESCRIÇÃO GERAL DOS TRABALHOS.....	14
6	TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	38
	6.1 USO DE EPISÓDIOS HISTÓRICOS.....	42
	6.2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	43
	6.3 USO DE EXPERIMENTAÇÃO.....	44
	6.4 USO DE DEBATES.....	45
	6.5 USO DE ARTE.....	45
	6.6 USO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	46
	6.7 USO DE TEXTOS HISTÓRICOS.....	47
	6.8 RESULTADO GERAL DA ANÁLISE DOS ARTIGOS.....	48
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

A utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de ciências tem sido tema de discussão em meio aos pesquisadores da área e também no âmbito da legislação educacional de diversos países, inclusive o Brasil. Diversas vantagens são apresentadas, na literatura, para justificar a inserção da HFC em todos os níveis educacionais, sobretudo na educação básica, na qual deve ocorrer a chamada alfabetização científica. Os benefícios dessa inserção vão desde aumentar o interesse e facilitar o entendimento dos conteúdos das disciplinas pelos estudantes, até a promoção de uma humanização das ciências e a formação de melhores cidadãos.

No entanto, a literatura também apresenta algumas dificuldades para a efetivação do uso de HFC em sala de aula. Algumas dessas dificuldades são a base dos argumentos utilizados por aqueles que veem com maus olhos a interface HFC e ensino de ciências, como é o caso da falta de preparo dos professores e da falta de materiais apropriados para promover tal interface. Essas mesmas dificuldades justificam as discussões a respeito da abordagem da HFC na formação dos professores, também presentes na literatura.

No caso particular da Física, a utilização de HFC pode ser ainda mais proveitosa, tendo em vista a complexidade de seus conteúdos e a dificuldade da maioria dos estudantes em compreendê-los. Nas últimas décadas, pesquisas que abordam a introdução de HFC no ensino de Física foram publicadas, algumas tratando diretamente da prática nas escolas e outras com enfoque na formação de professores. Essas pesquisas constituem o foco de análise desse trabalho que tem por objetivo analisar a maneira como a literatura vem abordando a utilização da HFC no ensino de Física, bem como investigar as estratégias metodológicas que têm sido utilizadas nesse sentido.

Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em três revistas brasileiras que tratam especificamente do ensino de Física, são elas: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e Revista Física na Escola (FnE). A busca foi por artigos que tratam da inserção de HFC no ensino de Física, classificando-os de acordo com o contexto da pesquisa (âmbito escolar ou acadêmico) e as metodologias utilizadas, e fazendo um levantamento dos conteúdos físicos abordados, identificando regularidades. Com o intuito de verificar a adesão ou não das recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais, pelos autores, foi delimitado o período entre 2001 e 2017.

Inicialmente é feita uma breve apresentação das discussões que têm sido feitas, na literatura e no âmbito das legislações educacionais, a respeito do tema, tanto dos pontos

favoráveis quanto das dificuldades, para posterior descrição, análise e classificação dos artigos selecionados.

2 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

A inserção da HFC no ensino de ciências tem sido tema de diversos trabalhos publicados nas últimas décadas, a exemplo dos artigos analisados no presente trabalho. A maioria desses trabalhos defendem essa inserção, tendo em vista as contribuições que a mesma tem a oferecer ao ensino de ciências de modo geral, e em particular ao ensino de Física. Essas contribuições vão muito além do caráter atrativo e motivador que os livros didáticos geralmente dão à dimensão histórica dos conceitos a serem aprendidos, quando não a ignora por completo.

De acordo com seus defensores, dos quais Matthews é o mais citado, a HFC possui um grande potencial educativo, podendo não somente melhorar a compreensão dos conceitos, mas também humanizar as ciências e favorecer o pensamento crítico, por meio de aulas mais reflexivas e desafiadoras. Além do fato de que alguns episódios da história da ciência são parte da nossa herança cultural (MATTHEWS, 1995).

Ao ignorar o caráter histórico dos conceitos científicos, ou abordá-lo de maneira simplista, os livros didáticos não apenas abrem mão das vantagens mencionadas acima, como também acabam incorrendo em equívocos, tais como a apresentação do conhecimento científico como algo neutro e definitivo (Silva & Moura, 2008), fruto de um processo linear, sem equívocos ou ambiguidades (Praxedes & Peduzzi, 2009), realizado por “*gênios insolados*” (Batista, Drummond & Freitas, 2015). Equívocos que são facilmente desfeitos por meio de uma abordagem mais aprofundada da HFC.

Mas os livros didáticos não são os únicos responsáveis por esses equívocos, nem tampouco o único empecilho para a efetiva utilização da HFC no ensino. O despreparo dos professores no que diz respeito à abordagem histórica e filosófica da ciência, talvez seja um fator mais decisivo nesse sentido, visto que, com o devido preparo, eles podem recorrer a fontes alternativas ou mesmo produzi-las. Ainda de acordo com Matthews (1995) um bom professor de ciências não deve somente ter conhecimento a respeito da terminologia e dos objetivos de sua disciplina, deve também conhecer a dimensão cultural e histórica da mesma. Reformulações nos currículos de graduação tem sido feitas nesse sentido, incluindo a criação de disciplinas voltadas exclusivamente para a História e a Filosofia da Ciência.

3 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ÂMBITO DAS LEGISLAÇÕES EDUCACIONAIS

No âmbito das legislações educacionais diversas medidas foram tomadas em todo o mundo, desde que foi denunciada, na década de 80, a crise do ensino contemporâneo de ciências, a qual foi “*evidenciada pela evasão de alunos e de professores das salas de aula bem como pelos índices assustadoramente elevados de analfabetismo em ciências*” (MATTHEWS, 1988 apud MATTHEWS, 1995). Um exemplo bastante conhecido de medidas perante esta crise foi o Projeto 2061 da Associação Americana para o Progresso da Ciência (AAAS) cujas recomendações, publicadas em 1989, incluem um ensino de ciências mais histórico e filosófico tanto no primeiro quanto no segundo grau.

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentam de forma implícita orientações para a inserção de HFC no ensino de ciências. O PCN para o Ensino Médio por exemplo, ao apontar as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos, apresentam a contextualização sociocultural, dentro da qual são apontados aspectos históricos da ciência. Na disciplina de Física em particular, a recomendação é de que o estudante reconheça “*a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico*” (BRASIL, 1999, parte III, p. 29). O PCN+ para o Ensino Médio, também defende de forma indireta a inclusão de HFC no ensino de ciências, ao apontar que essa articulação com a história facilitará a compreensão dos processos sociais, econômicos e culturais passados e contemporâneos (BRASIL, 2002).

No Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de Física para o Ensino Médio também são encontradas menções a respeito dos aspectos históricos da disciplina, visto que defende um ensino de Física que contemple “*aspectos históricos, tecnológicos, sociais, econômicos e ambientais, de modo a propiciar as aprendizagens significativas necessárias aos alunos*” (PNLD-FÍSICA, 2012, p. 8).

4 METODOLOGIA

Na presente pesquisa foram feitas buscas de artigos que abordaram a utilização da HFC no ensino de Física em âmbito escolar e/ou acadêmico, publicados entre os anos de 2001 e 2017. Essas buscas foram realizadas nas versões eletrônicas de três revistas brasileiras que tratam exclusivamente do ensino de Física. São elas: a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), um periódico quadrimestral de responsabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina, o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), um periódico trimestral de responsabilidade da Sociedade Brasileira de Ensino de Física, e a Revista Física na Escola (FnE), um periódico semestral de responsabilidade da Sociedade Brasileira de Física. A escolha desses periódicos se deve ao fato de serem importantes meios de divulgação de trabalhos acerca do ensino de Física, além de serem bem avaliados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo o CBEF atualmente classificado como Qualis A2, a RBEF como Qualis A1 e a FnE como Qualis B2.

Além dos artigos publicados fora do período considerado neste trabalho e que não abordavam a temática em questão, também foram excluídos desta análise artigos publicados em língua estrangeira ou que se tratavam de revisões bibliográficas.

5 CATEGORIZAÇÃO E DESCRIÇÃO GERAL DOS TRABALHOS

A partir de uma leitura aprofundada dos 40 trabalhos selecionados mediante os critérios de inclusão, foram formuladas sete categorias nas quais os trabalhos foram classificados. São elas:

Categoria 1 - Uso de episódios históricos: Os trabalhos nesta categoria apresentam a evolução de determinados conceitos da Física através de episódios históricos.

Categoria 2 – Uso de textos históricos: Aqui, encontram-se os trabalhos que apresentam a utilização de textos históricos, sejam de fonte primária ou secundária.

Categoria 3 – Formação de professores: Nesta categoria, os trabalhos investigam as principais dificuldades e experiências de professores e futuros professores de Física acerca do uso de HFC no ensino ou apresentam estratégias para essa inserção dentro da licenciatura em Física.

Categoria 4 – Uso de experimentação: Os trabalhos desta categoria utilizam a reprodução de experimentos históricos ou a montagem de aparatos experimentais históricos no ensino de Física.

Categoria 5 – Uso de debates: Nesta categoria os trabalhos utilizam a estratégia metodológica do debate para a discussão histórico-filosófica de conceitos ou teorias da Física.

Categoria 6 – Uso da arte: Os trabalhos dessa categoria utilizam alguma modalidade artística como meio para a inserção de HFC no ensino de Física.

Categoria 7 – Uso de tecnologias de informação e comunicação: Nesta categoria são incluídos os trabalhos que utilizam recursos informatizados para abordarem a HFC no ensino de Física.

A seguir, são apresentadas descrições de cada uma dessas categorias, bem como dos trabalhos que as compõem. Também são apresentados quadros identificando cada um desses trabalhos em suas respectivas categorias e apresentando suas informações básicas: título, autor (es), ano de publicação e o periódico em que foi publicado. É importante ressaltar que, para a categorização dos artigos, foram consideradas as metodologias e os enfoques de maior prevalência em cada trabalho, visto que alguns deles apresentaram características concernentes a mais de uma categoria.

- **Categoria 1 - Uso de episódios históricos:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Uso de episódios históricos	A (Im)Pertinência da História ao Aprendizado da Física (um Estudo de Caso)	DIAS, P.M.C.;	2001	RBEF
	Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma Aplicação da História da Física	MAGALHÃES, M.F.; SANTOS, W.M.S.; DIAS, P.M.C.;	2002	RBEF
	A Gravitação Universal (Um texto para o Ensino Médio)	DIAS, P.M.C.; SANTOS, W.M.S.; SOUZA, M.T.M. de;	2004	RBEF
	Uma abordagem histórico-filosófica para o Eletromagnetismo no ensino médio	GUERRA, A.; REIS, J.C.; BRAGA, M.;	2004	CBEF
	Uma discussão sobre a natureza da ciência no Ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita	KÖHNLEIN, J.F.K.; PEDUZZI, L.O.Q.;	2005	CBEF
	A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana	SILVA, C.C.; MOURA, B.A.;	2008	RBEF
	O conceito de “campo” em sala de aula - uma abordagem histórico-conceitual	ROCHA, J.F.M.;	2009	RBEF
	A história da ciência no processo ensino-aprendizagem	QUINTAL, J.R.; GUERRA, A.;	2009	FnE
	Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos	SILVA, A.P.B.; FORATO, T.C.M.; GOMES, J.L.A.M.C.;	2013	CBEF
	História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio	MORAIS, A.; GUERRA, A.;	2013	RBEF

História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia	MONTEIRO, M.M.; MARTINS, A.F.P.;	2015	RBEF
A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I	GOMES, L.C.;	2015	CBEF
A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte II	GOMES, L.C.;	2015	CBEF
O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física	SILVA, H.R.A.; MORAES, A.G.;	2015	CBEF
Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem Histórico-filosófica	REIS, U.V. dos; REIS, J.C.O.;	2016	CBEF
Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência	BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I.;	2017	RBEF

Quadro 1: Detalhamento dos trabalhos da categoria 1 – Uso de episódios históricos

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

O estudo de episódios históricos e a utilização de fontes primárias podem ser úteis para um bom entendimento de determinados conceitos ou teorias que foram descobertas ou construídas dentro desses episódios da história. De acordo com Dias (2001) “*a História da descoberta de um conceito mostra não somente como o conceito foi criado, mas, sobretudo,*

seu porquê” (DIAS, 2001, p. 227), ou seja, a História revela a função e o significado daquele conceito dentro da teoria. Guerra et al. (2004), consideram que na construção de um currículo para o ensino científico com viés histórico-filosófico, devem ser abordadas de forma aprofundada o tempo e o espaço histórico do assunto abordado, sem, no entanto, incorrer no risco de transformar as aulas de ciências em cursos de história da ciência

Dias (2001) acredita que as respostas para algumas questões de fundamentos da Física são encontradas em sua história, sendo assim, ele apresenta a construção das duas leis da Teoria do Calor, com o intuito de pôr a descoberto seus fundamentos e clarificar seus conceitos.

Magalhães et al. (2002), inspirados na *aprendizagem significativa*, de David Ausubel, Joseph Novak e J.Hanesian, formularam uma proposta para o ensino dos conceitos de campo elétrico e magnético, baseada no pressuposto de que “*a História da Física pode ser um elemento facilitador de uma aprendizagem significativa, na medida em que funciona como organizador prévio*” (MAGALHÃES et al., 2002, p. 490), ou seja, a história pode ser um material introdutório que servirá de ponte entre o que o estudante já sabe e o que ele deve saber (MOREIRA & MASINI, 1982 apud MAGALHÃES et al., 2002).

A proposta dos autores surgiu a partir da dificuldade de aprendizagem desses conceitos, apresentada por alunos do 3º ano do Ensino Médio no Colégio Pedro II, unidade Tijuca II, no Rio de Janeiro, com os quais a proposta foi aplicada. Na opinião dos mesmos, essa proposta apresentou resultados satisfatórios no que tange à compreensão dos conceitos por parte dos estudantes.

Dias et al. (2004), também baseados na teoria da *Aprendizagem Significativa* de David Ausubel, apresentam uma proposta de abordagem do conceito de Gravitação Universal no Ensino Médio, utilizando a História da Física como organizador prévio, tendo em vista que ela apresenta o significado dos conceitos (DIAS, 2001 apud DIAS et al., 2004). Os autores apresentam um material instrucional, a respeito da história da Gravitação Universal, para alunos do Ensino Médio, o qual foi aplicado em alunos da rede particular do Rio de Janeiro. Mesmo com base em resultados preliminares, os autores reforçam a sugestão de usar a história da física como organizador prévio e de como fazê-lo.

Guerra et al. (2004) apresentam como proposta de um ensino de ciências com viés histórico-filosófico, “*que, em cada grande tema, seja realizada a seleção de um momento histórico específico para se estudar de forma aprofundada o desenvolvimento de um ponto da ciência*” (p. 227). Para explicitar esse tipo de abordagem, os autores apresentam uma proposta de estudo do eletromagnetismo no Ensino Médio, a partir do momento histórico denominado

primeira fase do eletromagnetismo, entre 1820, ano em que foi realizado o experimento de Oersted, e 1832, ano de publicação do trabalho de Faraday sobre indução eletromagnética.

A proposta, realizada em uma realidade escolar concreta do ensino médio, foi aplicada durante quatro meses, divididos em quatro unidades, nas quais foram discutidos os seguintes temas: (I) antecedentes do eletromagnetismo; (II) nascimento do eletromagnetismo; (III) o magnetismo após Faraday; (IV) circuitos elétricos. Mediante avaliação de caráter qualitativo, os autores concluíram que essa estratégia não só criou espaços de reflexão sobre a ciência, como também possibilitou a compreensão de questões técnicas internas à ciência.

Köhnlein e Peduzzi (2005) apresentam a estrutura de um módulo didático que trata da Teoria da Relatividade Restrita por um viés histórico-filosófico, implementado em sala de aula com um grupo de estudantes de uma escola pública do estado de Santa Catarina. O objetivo desse módulo foi “*contribuir para a elaboração de estratégias que levem à sala de aula uma reflexão mais crítica sobre a natureza da ciência e seus processos e, ainda, que possam despertar o interesse dos alunos pelas aulas de Física*” (KÖHNLEIN & PEDUZZI, 2005, p. 38).

Planejado para introduzir aspectos conceituais, históricos e filosóficos da Teoria da Relatividade Restrita, e aplicado durante 15 aulas em uma turma da 4ª fase do Ensino Médio, o módulo foi avaliado em dois aspectos: (1) no que diz respeito à receptividade por parte dos alunos, os autores perceberam que o módulo foi capaz de envolver os alunos e promover seu interesse pelas discussões realizadas; (2) no que diz respeito às mudanças ocorridas nas concepções dos alunos a respeito da natureza da ciência, foi observada uma mudança favorável e significativa na visão dos alunos a respeito da natureza da ciência e do trabalho científico.

Silva e Moura (2008) também apresentam o estudo de um episódio histórico com o intuito de evidenciar alguns aspectos da natureza da ciência. O episódio escolhido foi a aceitação e propagação das teorias sobre luz e cores de Newton ao longo do século XVIII, o qual “*mostra que a construção do conhecimento científico e seu reconhecimento pela sociedade é influenciado por muitos fatores, como o prestígio de um cientista para o estabelecimento de sua visão de mundo*” (p. 8), além de evidenciar o caráter provisório da ciência, mostrando que, assim como as teorias aceitas anteriormente passaram por alterações e modificações importantes, as teorias atualmente aceitas também são passíveis de modificação.

Rocha (2009), considera que uma apresentação somente matemático-conceitual do conceito de campo, o que geralmente ocorre, não é suficiente para explorar toda sua potencialidade, sendo necessária também a apresentação dos aspectos históricos-conceituais

desse conceito. Desse modo, ele apresenta dois caminhos através dos quais o conceito de campo começou a ser formulado:

a noção de campo como algo responsável pela mediação da interação entre os corpos a uma certa distância um do outro e que poderia ser considerado como uma alternativa à ideia de ação a distância” e “a noção de campo como uma função matemática das coordenadas e do tempo, noção essa que foi inicialmente utilizada para descrever propriedades físicas da matéria nos casos em que a mesma era tratada como contínua, a exemplo do campo de temperatura (ROCHA, 2009, p. 1)

Com base em experiência docente da disciplina Física III do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia (UFBA), o autor considera que, no que diz respeito a formação do aluno, uma abordagem que soma aspectos históricos-conceituais à abordagem tradicional é mais adequada do que uma abordagem baseada apenas nos aspectos matemático-conceituais.

Morais e Guerra (2013) apresentam um projeto pedagógico no qual foi utilizado o viés histórico-filosófico como um caminho para a inserção de temas da Física Moderna no Ensino Médio. O tema abordado no projeto, aplicado na primeira série do Ensino Médio de uma escola pública da rede federal de ensino, no período de dois meses, foi o conceito de energia, enfocando como esse conceito foi desenvolvido ao longo da história. De acordo com os autores, essa abordagem “*não teve como objetivo lançar mão do contexto histórico-filosófico como um enxerto de conteúdo, mas sim como um eixo condutor do trabalho, capaz de contextualizar a construção do conhecimento científico*” (MORAIS & GUERRA, 2013, p. 3). Em avaliações posteriores a aplicação do projeto, os autores perceberam que os alunos passaram a apresentar uma visão menos ingênua a respeito da construção do conhecimento científico e a reconhecer a abrangência do conceito de energia.

Com o mesmo intuito de inserir conteúdos de física moderna no Ensino Médio através de uma abordagem histórico-filosófica, Silva e Moraes (2015) desenvolveram uma sequência didática na terceira série do Ensino Médios de uma escola da rede federal de ensino. O tema da espectroscopia foi escolhido por permitir um diálogo explícito com outras disciplinas científicas, como por exemplo a química, mais precisamente o estudo dos modelos atômicos.

Com a aplicação do projeto, os autores concluíram que “*o estudo do tema espectroscopia, nas aulas de Física, é capaz de suscitar questões importantes ao estudo do modelo atômico desenvolvido nas aulas de Química*” (SILVA & MORAES, 2015, p. 400), e a abordagem histórico-filosófica possibilitou a realização de experimentos e afetiva participação dos alunos.

Monteiro e Martins (2015) relatam a aplicação de uma sequência didática, aplicada com trinta e cinco alunos de Física e de Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que objetivou discutir historicamente a evolução do conceito de inércia. Abordando o movimento desde Aristóteles até a enunciação feita por Newton, nos *Principia*, a sequência didática também objetivou problematizar determinados conteúdos de Natureza da Ciência e consistiu em dois textos históricos, o primeiro apresentando a história de Aristóteles à teoria do *impetus*, e o segundo apresentando as contribuições de Galileu, Newton e Descartes.

Mediante análise das respostas dos estudantes em um questionário aplicado antes e depois da sequência didática, os autores verificaram que, no questionário inicial, boa parte os estudantes, apresentaram concepções de senso comum a respeito do movimento, já no questionário final, o número de acertos teve um aumento estatisticamente significativo. É notável a influência da abordagem histórica nesses resultados, embora não se possa concluir que outras abordagens não teriam os mesmos resultados.

Guerra e Quintal (2009) apresentam um curso de caráter histórico-filosófico-sociológico, o qual abordou a evolução do pensamento científico para o estudo do eletromagnetismo, desde as principais descobertas sobre os fenômenos elétricos e magnéticos da Antiguidade Clássica até o conceito de campo criado por Maxwell em meados do século XIX. O objetivo do curso foi “*despertar nos alunos um maior interesse pela ciência, assim como, estabelecer uma aprendizagem significativa dos conteúdos do eletromagnetismo*” (GUERRA & QUINTAL, 2009, p. 23). O curso incluiu diversas atividades: aulas expositivas sobre os conteúdos, demonstração e realização de experiências históricas, debate histórico. Mas de acordo com os autores, muito do sucesso desse trabalho deveu-se à produção dos experimentos históricos, responsável pelo entusiasmo e motivação dos estudantes.

Reis e Reis (2016) apresentam relatos de uma experiência em sala de aula que abordou histórica e filosoficamente os conceitos de espaço e tempo na educação básica. Essa experiência consistiu em uma sequência didática que incluiu o estudo de três momentos relevantes da história: (1) Galileu e a geometrização do espaço e tempo; (2) A Mecânica de Newton e o espaço e tempo absoluto; e (3) A Relatividade de Einstein e o espaço e tempo relativo. Aplicado em uma turma da 1ª série do Ensino Médio, os resultados indicaram que através da problematização do processo de construção dos conceitos de espaço e de tempo, boa parte dos alunos perceberam “*que a ciência não é um produto pronto e acabado, que ela é desenvolvida por homens com crenças e valores diferentes e que ela é integrada socialmente e culturalmente*” (REIS & REIS, 2016, p. 774).

Gomes (2015) partes I e II, apresentam um estudo da evolução do conceito físico de energia, abordando o pensamento de alguns dos principais cientistas que se interessaram pelo tema. Na primeira parte são analisadas as contribuições de Thomas Young, Johann Bernoulli, Galileu Galilei, René Descartes e Leibniz; e na segunda parte algumas contribuições decisivas de Joule e Kelvin para a formulação do conceito físico de energia. Após essa apresentação o autor traz uma sugestão de como abordar o conceito em sala de aula.

Silva et al. (2013) abordam a evolução do conceito de calor ao longo da história como ilustração das mutações sofridas pela ciência ao longo do tempo, demonstrando que a ciência não progride linearmente e muito menos apresenta verdades inquestionáveis. Para tal, os autores exploraram alguns episódios da história do calor, desde a Antiguidade até o século XVIII, como parte de uma metodologia para inserção da história da termodinâmica na escola básica.

Bagdonas et al. (2017) fazem uma revisão da “Lei de Hubble” para dar crédito a outros candidatos a descobridores da lei, mostrando, assim, que as descobertas na ciência geralmente são processos com extensão no tempo e diversos colaboradores. De acordo com os autores, é inadequado dizer que “*Hubble descobriu a expansão do universo em 1929*”, tendo em vista que a teoria do universo em expansão teve vários colaboradores. A sugestão dos autores é de que, na educação básica, a expansão do universo seja apresentada como uma construção coletiva e não como uma descoberta isolada, de modo que não se precise discutir prioridades históricas.

- **Categoria 2 – Uso de textos históricos:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Uso de textos históricos	Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição da inserção de dois artigos em sala de aula	PRAXEDES, Z.; PEDUZZI, L.O.Q.;	2009	RBEF
	Um debate na escola: a história e a filosofia em foco	SILVA, B. V. da C.	2010	FnE
	Historiografia e Natureza da Ciência na Sala de aula	FORATO, T. C. de; PIETROCOLA, MM.; MARTINS, R. A.;	2011	CBEF

Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da Ciência	DRUMMOND, J.M.H.F.; NICÁCIO, J.D.S.; SKEETE Jr., A.W. SILVA, M.M. da; CÂMARA, A.T.A.; BEZERRA, F.V.;	2015	CBEF
Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de Propostas	BATISTA, G.L.F.; DRUMMOND, J.L.H.F.; FREITAS, D.B. de;	2015	CBEF
Pressão atmosférica e natureza da ciência: uma sequência didática englobando fontes primárias	FONSECA, D.S.; DRUMMOND, J.M.H.F.; OLIVEIRA, W.C.de; BATISTA, G.L.F.; FREITAS, D.B de;	2017	CBEF

Quadro 2: Detalhamento dos trabalhos da categoria 2 – Uso de textos históricos

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Materiais didáticos de qualidade que abordam a história da ciência, favorecendo seu uso por professores do Ensino Médio e Superior, não são muito comuns (PRAXEDES & PEDUZZI, 2009), visto que muitos apresentam visões distorcidas ou simplificadas da ciência, sobretudo os que são apresentados em livros didáticos. Por esse motivo é preciso saber escolher a melhor fonte, e a mais apropriada. Muitos optam por fontes primárias, no entanto *“a inserção didática de fontes primárias da História da Ciência é cercada de desafios, como a localização de materiais adequados, a compreensão dos trechos originais e a elaboração de atividades pedagógicas interessantes”* (BATISTA et al., 2015, p. 666).

Silva (2010) discute essas dificuldades através da apresentação de um diálogo fictício entre dois professores a respeito da inserção de HFC no ensino de ciências. Segundo o autor, uma das principais causas da falta de articulação entre HFC e a sala de aula diz respeito à ausência, por parte dos professores para identificar um bom texto histórico para utilizá-lo em sua aula, ferramentas estas, que poderiam e deveriam lhes serem fornecidas nos cursos de formação inicial e continuada.

Forato et al. (2011) discutem alguns requisitos da historiografia da História da Ciência. De acordo com esses autores, deve-se ter cuidado com as narrativas históricas presentes no ambiente escolar e as concepções que elas promovem a respeito do processo de construção da ciência, visto que *“qualquer narrativa da HC traz, implícita ou explicitamente, os valores, as*

crenças e as orientações metodológicas do seu autor” (p. 35). Sendo necessárias ações que preparem o professor para esse desafio.

Drummond et al. (2015) apresentam a elaboração de três narrativas históricas a respeito da temática Gravidade e Sistemas de Mundo, mostrando o processo de unificação relacionado ao processo de desenvolvimento desses conhecimentos. Acredita-se que essas narrativas possam contribuir para um melhor entendimento do conceito de gravidade, por parte dos alunos, bem como favorecer discussões contextualizadas a respeito da natureza da ciência. De acordo com esses autores, *“na elaboração de narrativas histórico-pedagógicas, particularmente, aponta-se que diversos aspectos adicionais precisam ser avaliados: extensão e profundidade dos textos, quantidade de informações contempladas e formulação discursiva”* (p. 102).

Praxedes e Peduzzi (2009), por sua vez, discutem o potencial educativo de dois artigos *“Entrevista com Tycho Brahe”* e *“Entrevista com Kepler - do seu nascimento à descoberta das duas primeiras leis”*, auxiliando os professores que tem interesse em utilizá-los em sala de aula, sobretudo na identificação das concepções dos historiadores da ciência contemporâneos presentes nessas obras. Apesar de apresentar uma estratégia de utilização desses artigos em um curso de formação de professores, os autores salientam que essas entrevistas fictícias, também podem ser usadas em uma disciplina de física básica ou de história da física, com as devidas adaptações.

No que diz respeito às fontes primárias, Batista et al. (2015) discutem duas possibilidades didáticas de uso de fontes primárias, na História do Vácuo e da Pressão Atmosférica, utilizando as seguintes fontes primárias: uma carta de 1644, na qual Evangelista Torricelli escreve sobre sua pesquisa, e uma correspondência de 1648 entre Blaise Pascal e seu cunhado Florin Périer, na qual este descreve a realização de experimento no Puy-de-Dôme. A primeira apresenta conteúdo e formulação discursiva de difícil compreensão, por isso optou-se pela utilização de uma entrevista fictícia com Evangelista Torricelli, baseada em trechos da carta. Já a segunda possui uma linguagem mais acessível aos alunos da educação básica, utilizando-se a tradução integral em sala de aula do Ensino Médio. De acordo com os autores, *“as propostas surgem como recursos adicionais ao livro didático na medida em que são introduzidas por questionamentos acerca do processo de construção histórica dos conceitos físicos”* (BATISTA et al, 2015, p. 688).

Fonseca et al. (2017) também discutem as potencialidades didáticas das fontes primárias, apresentando uma sequência didática com viés histórico-filosófico a respeito do conceito de pressão atmosférica que contempla a interpretação de trechos de documentos

históricos em sala de aula. O que, de acordo com os autores, possibilitam a discussão do processo de construção histórica da ciência.

- **Categoria 3 - Formação de professores:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Formação de professores	História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho...	MARTINS, A.F.P.;	2007	CBEF
	“História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência	MOREIRA, M.A.; MASSONI, N.T.; ORSTEMANN, F.;	2007	RBEF
	A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em física e em química da UFRN: uma análise comparativa	PEREIRA, G.J.S.A.; MARTINS, A.F.P.;	2010	CBEF
	História e Filosofia da Ciência na Licenciatura em Física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos	RAPOSO, W.L.;	2014	CBEF
	Concepções sobre a Natureza da Ciência: a trajetória dos estudantes de uma disciplina sobre Evolução dos Conceitos da Física	PENA, F.L.A.; TEIXEIRA, E.S.;	2017	CBEF

Quadro 3: Detalhamento dos trabalhos da categoria 3 – Formação de professores

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

As implicações da HFC para o ensino de ciências fazem com que ela se torne uma necessidade formativa do professor. Sendo assim, vários cursos de licenciatura das áreas científicas passaram a abordar essa questão nos últimos anos, seja por meio da criação de

disciplinas específicas sobre o tema, ou abordando-o como parte do conteúdo de outras disciplinas (MARTINS, 2007), ou ainda em atividades extracurriculares. De acordo com Silva (2010) “a HFC possui um potencial pedagógico extremamente favorável ao docente que tenha por ambição lograr melhores resultados em sala de aula” (p. 15).

Nesse sentido, Moreira et al. (2007) descrevem a implementação de uma disciplina de história e epistemologia da Física no currículo do Curso de licenciatura em Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. De acordo com esses autores, o objetivo da disciplina é “proporcionar uma visão crítica acerca do problema da origem e justificação do conhecimento científico através do estudo da história e da Filosofia da física e buscar as implicações destas ideias para o ensino da física” (MOREIRA et al., 2007, p. 127).

Mediante análise quantitativa das mudanças ocorridas nas concepções dos alunos sobre a natureza da ciência, esses autores concluíram que a ampla utilização dos aspectos históricos de construção da física na apresentação e discussão das principais visões epistemológicas contemporâneas foi positiva na evolução da visão dos estudantes a respeito da natureza da ciência, sugerindo uma formação de professores de física mais reflexiva e crítica.

Uma pesquisa parecida foi realizada por Pena e Teixeira (2017), em um estudo de caráter qualitativo e descritivo a respeito das concepções de estudantes sobre Natureza da Ciência, NdC, durante a trajetória de uma disciplina sobre Evolução dos conceitos da Física, ministrada no 1º semestre acadêmico do ano letivo de 2012, em um curso de graduação em Física. Essa disciplina é cursada obrigatoriamente por estudantes de licenciatura e bacharelado em Física ao final da formação, e de acordo com os autores

É a única disciplina desse curso de graduação em Física que compulsoriamente apresenta os conteúdos por meio de uma abordagem histórico-conceitual (sobre a origem e desenvolvimento dos conceitos físicos) e numa perspectiva epistemológica (no sentido de procurar formar uma visão ‘adequada’ sobre a NdC). (PENA & TEIXEIRA, 2017, p. 156)

Mediante o estudo, os autores concluíram que uma disciplina de caráter histórico e perspectiva epistemológica promove mudanças nas concepções dos estudantes sobre natureza da ciência, mas ressaltam que a discussão a esse respeito não deveria ser realizada em apenas uma disciplina e muito menos apenas no contexto de sala de aula, devendo ser feita em diferentes contextos e diferentes lugares, como a iniciação científica, os eventos científicos etc.

Já Pereira e Martins (2010) analisaram a estrutura curricular dos cursos de licenciatura em física e em química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) no que diz respeito à inserção de disciplinas de conteúdos históricos e filosóficos, por meio de um estudo de natureza qualitativa. Por via de uma análise comparativa e através de pesquisa documental, observação de aulas e entrevista com professores de ambos os cursos, os autores concluíram que existem diferenças marcantes nos modelos adotados em cada uma dessas licenciaturas para a inserção da disciplina de conteúdo histórico-filosófico, diferenças relacionadas ao período do curso em que essa disciplina é ofertada e com relação ao enfoque teórico-metodológico adotado.

Na licenciatura em Física, a disciplina denominada História e Filosofia da ciência, é ofertada ao final do curso, já na licenciatura em química, a disciplina História da Química é oferecida no primeiro período do curso. Com relação ao enfoque teórico-metodológico, a licenciatura em Física tenta priorizar uma discussão sobre a natureza da ciência, já na licenciatura em Química, o que se prioriza é uma discussão relacionada com elementos da história conceitual da Química. Além disso, os autores apresentaram a ausência de formação específica em história e/ou filosofia da ciência, por parte dos professores-formadores, como uma possível dificuldade à introdução desse tipo de disciplina no currículo, tendo em vista a dependência de um professor que se interesse pela área.

Raposo (2014), por sua vez, descreve uma proposta executada através de um projeto de extensão denominado Oficina de Experimentos Históricos uma Proposta de Contextualização da Física, que foi executado no ano de 2013 por alunos do curso de licenciatura em Física do CEFET-RJ/UnED Nova Friburgo, com objetivo de tornar mais efetiva a aprendizagem de HFC e Natureza da Ciência pelos licenciados e pelos alunos da escola parceira. A autonomia dos licenciandos foi incentivada em todas as etapas do projeto, que resultou na construção de um minicurso de HFC, apresentado para turmas do primeiro ano do ensino médio da escola parceira e para outros alunos de licenciatura em física, durante a semana de extensão CEFET-RJ.

O recorte utilizado no projeto foi a vida e obra de Galileu Galilei, sobretudo seus experimentos e invenções, trabalhado no decorrer de oito meses, nos quais foram feitas discussões, montagem do experimento do plano inclinado, e a elaboração do minicurso sobre o tema, através do qual foi possível ser avaliado todo o aprendizado adquirido pelos licenciandos. De acordo com o autor

a proposta de trabalhar HFC e NDC através da Pedagogia de Projetos, despertou maior interesse desses alunos nas discussões

dos temas, estimulou-os a se aterem aos detalhes históricos estudados e gerou diversas discussões práticas importantes para estes licenciandos, em termos métodos didáticos apropriados para tal abordagem no Ensino Médio e Graduação (RAPOSO, 2014, p. 733-734)

Martins (2007), apresenta os resultados de uma pesquisa empírica, de natureza diagnóstica para investigar as principais dificuldades e experiências de três grupos de indivíduos acerca do uso da História e da Filosofia da Ciência para fins didáticos, licenciandos, alunos de pós-graduação e professores da rede pública, por meio de um questionário aplicado com 82 sujeitos distribuídos entre esses três grupos.

Os resultados dessa pesquisa indicaram “*que há um abismo entre o valor atribuído à HFC e a sua utilização, com qualidade, como conteúdo e estratégia didática nas salas de aula do nível médio*” (MARTINS, 2007, p. 127) e os motivos para isso são diversos. Além da pouca produção de material didático de qualidade (problema mais citado pelos participantes) também há a questão da formação de professores e das disciplinas de HFC nas licenciaturas, que, na maioria das vezes, transmitem o conhecimento do conteúdo, mas não transmite o conhecimento pedagógico, fazendo com que os professores e futuros professores não sintam segurança no planejamento e execução de aulas com a abordagem histórico filosófica. Sendo assim, torna-se necessário levar esse debate metodológico para os currículos das licenciaturas.

- **Categoria 4 - Uso de experimentação:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Uso de instrumentação	História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino	RINALDI, E.; GUERRA, A.;	2011	CBEF
	A carga específica do elétron. Um enfoque histórico e experimental	SILVA, L.C.M. da; SANTOS, W.M.S.; DIAS, P.M.C.;	2011	RBEF
	O projeto Erastóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio	SANTOS, A.J.J.; VOELZKE, M.R.; ARAÚJO, M.S.T. de;	2012	CBEF

	Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted	PINTO, J.A.F.; SILVA, A.P.B.; FERREIRA, E.J.B.;	2017	CBEF
--	---	---	------	------

Quadro 4: Detalhamento dos trabalhos da categoria 4 – Uso de instrumentação

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

A experimentação é uma estratégia de ensino que torna o estudante um participante ativo na construção de seu conhecimento (PINTO et al., 2017). Quando se trata da reprodução de experimentos históricos, a estratégia contribui para compreensão de aspectos inerentes às ciências (SANTOS et al., 2012). Além disso, pode promover discussões que possibilitem a aproximação entre ensino de Física e tecnologia (RINALDI & GUERRA, 2011). No entanto, algumas barreiras podem surgir no trabalho experimental, como, por exemplo, a dificuldade em se obter os materiais necessários para sua realização. No caso particular dos experimentos históricos, a depender do aparato construído, é quase impossível ser totalmente fiel às fontes primárias (PINTO et al., 2017).

Nessa perspectiva, Silva et al. (2011), apresentam uma proposta de realização de quatro experimentos acessíveis à alunos da terceira série do ensino médio a respeito da carga específica do elétron. Em primeiro lugar, é realizada uma capacitação teórica e, em seguida, os estudantes participam de toda a montagem experimental. Os experimentos foram baseados no trabalho experimental realizado pelo Físico inglês Sir Joseph John Thomson (1856-1940), que levou à descoberta do elétron, em 1897, e à produção do primeiro espectrômetro de massa. Thomson determinou, com seu experimento, a razão carga/massa do elétron, descoberta que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física, em 1907. De acordo com os autores, essa é uma estratégia útil “*para o ensino de temas em que os alunos usualmente apresentam dificuldade de compreensão, devido à abstração envolvida*” (SILVA et al., 2011, p. 1).

Santos et al. (2012), por sua vez, propuseram a reprodução do experimento do grego Eratóstenes (276-c.195 a.C.) realizado há mais de 2200 anos, através do qual conseguiu calcular a circunferência da Terra com grande precisão para a sua época. O trabalho, que foi realizado com estudantes do Ensino Médio de duas escolas públicas de Sergipe, fez parte do projeto ERATÓSTENES, que foi proposto nos Estados Unidos como parte das comemorações do Ano Internacional da Física, em 2005. O principal objetivo do trabalho foi promover a construção de conhecimentos sobre Astronomia. De acordo com os autores,

diante de um experimento tão fascinante e engenhoso, cujas repercussões históricas, científicas e culturais são inegáveis, é

natural acreditar que os estudantes se sintam atraídos e curiosos para reproduzi-lo, empregando recursos simples e de fácil aquisição, mas cujos resultados auxiliam a consolidar um conhecimento relevante acerca do tamanho e da forma do planeta Terra (SANTOS et al., 2012, p. 1142).

A reprodução do experimento de Hans Christian Oersted (1777-1851), publicada em 1820, que culminou no surgimento do eletromagnetismo, foi proposta por Pinto et al. (2017) com o intuito de auxiliar estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do estado da Paraíba, na compreensão de conceitos do eletromagnetismo. Seguindo o modelo de laboratório desafiador e o construtivismo pessoal como fundamentação teórica, foi utilizado um kit experimental, com materiais semelhantes aos de Oersted, que, juntamente com o material histórico, deveriam atuar como problema em investigação. A hipótese dos autores *“é que a combinação de contexto histórico, atividade experimental e laboratório problematizador permitem o desenvolvimento de competências argumentativas, ao mesmo tempo que aproximam o estudante da prática científica para a compreensão de fenômenos”* (PINTO et al., 2017, p. 178).

Outra alternativa para a combinação de aspectos históricos da ciência com a atividade experimental, é a construção de aparatos experimentais históricos, como por exemplo o Arco de Poulsen, um transmissor de ondas eletromagnéticas contínuas e de alta frequência, criado pelo engenheiro dinamarquês Valdemar Poulsen (1869-1942), em 1890, capaz de transmitir a voz humana. Este aparato foi baseado no Arco de Hertz, um centelhador elétrico capaz de captar ondas eletromagnéticas em um arco, construído por Hertz (1857-1894), em 1887. Essa estratégia foi adotada por Rinaldi e Guerra (2011) em um projeto pedagógico desenvolvido com alunos do primeiro e segundo ano do Ensino Médio, com o objetivo de aproximar o usuário e a tecnologia e abordar o tema das ondas eletromagnéticas.

O projeto consistiu em dez encontros que culminaram na criação de um transmissor de ondas eletromagnéticas rudimentar baseado no Arco de Poulsen, por parte dos alunos. Durante os encontros foi trabalhado o desenvolvimento do eletromagnetismo, por um viés histórico, através da utilização de um texto de apoio didático. Também foram manuseados outros equipamentos históricos, disponíveis na escola, como máquina eletrostática de Wimshurst, desenvolvido entre 1880 e 1883 pelo engenheiro britânico James Wimshurst (1832 – 1903). Foram construídas, pelos alunos, garrafas de Leyden rudimentares (uma espécie primitiva de capacitor), que serviram para apresentar o princípio básico de funcionamento de um capacitor, dispositivo que seria usado na confecção do Arco de Poulsen.

De acordo com os autores, “o trabalho experimental, através de um viés histórico, serviu para problematizar o ceticismo dos alunos quanto à possibilidade de se construir na escola aparatos que funcionem” já que para eles “a escola era um espaço de experiências simples e sem utilidade e, assim, as atividades desenvolvidas no ambiente escolar estavam muito distantes do mundo tecnológico que os rodeava” (RINALDI & GUERRA, 2011, p. 671).

- **Categoria 5 - Uso de debates:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Uso de debates	Um julgamento no ensino médio – Uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico	GUERRA, A.; REIS, J.C.; BRAGA, M.;	2002	FnE
	Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica	SILVA, B.V.C.; MARTINS, A.F.P.;	2009	FnE
	A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio	GUTTMANN, G.A.M.; BRAGA, M.;	2015	CBEF

Quadro 5: Detalhamento dos trabalhos da categoria 5 – Uso de debates

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Debate, “julgamento” ou “júri simulado”, independente da forma como é chamada ou organizada, essa estratégia de ensino é muito pertinente quando se trata da abordagem de temas problematizadores que geram polêmicas e divergências de opiniões. De acordo com Martins e Silva (2009), dentre as contribuições dessa estratégia estão a humanização do ambiente escolar, o favorecimento do trabalho em equipe, o diálogo e a argumentação entre os estudantes e a problematização de questões relativas a natureza da ciência. Além disso, mostra-se eficiente em fazer com que os estudantes “dediquem tempo à leitura e à reflexão do assunto que desejamos debater” (GUERRA et al., 2002).

Nesse sentido, Guttmann e Braga (2015) propõem a introdução de questões relativas à Natureza da Ciência, por meio da confrontação de duas teorias divergentes a respeito da origem do universo, a teoria do Big Bang e o modelo do Universo Eterno. O trabalho foi desenvolvido com alunos do segundo ano do Ensino Médio, os quais foram divididos em dois

grupos para que cada um defendesse uma dessas teorias. O debate foi realizado após buscas na internet e acesso a um texto de apoio e foi seguido de uma mesa redonda para discussão das duas perspectivas. De acordo com os autores, “*apresentar duas teorias contemporâneas pode ajudar os alunos a perceberem a possibilidade de coexistência de hipóteses sobre o mesmo fenômeno e que evidências podem favorecer uma ou outra teoria*” (GTTMANN & BRAGA, 2015, p. 458).

Guerra et al. (2002), por sua vez, intitularam sua estratégia de “julgamento”, a qual foi realizada com estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, em escolas da cidade do Rio de Janeiro. O principal objetivo da atividade foi impulsionar os alunos a estudarem, fora da sala de aula, a respeito do nascimento da Ciência moderna, com o intuito de debaterem a seguinte questão: “*O desenvolvimento da Ciência foi atrasado ao longo da Idade Média?*”. Para tal, os estudantes foram divididos em três grupos, um para defender um posicionamento afirmativo, outro para defender um posicionamento negativo, e um terceiro para constituir o corpo de jurados, encarregado de fazer perguntas para os demais grupos. Foi observado que o “julgamento” motivou os alunos a lerem os textos suplementares fornecidos pelo professor e pesquisarem outras fontes. De acordo com os autores,

o confronto entre os dois grupos foi bastante intenso. As testemunhas de ambos os lados estavam muito bem preparadas, trazendo problemas não apenas para o adversário, mas também para o corpo de jurados, que muitas vezes teve que formular perguntas de improviso devido a complexidade das respostas apresentadas (GUERRA et al., 2002, p. 11)

Uma estratégia semelhante foi realizada por Martins e Silva (2009), os quais a intitularam de “júri simulado”. O intuito do trabalho foi de apresentar as controvérsias históricas a respeito da natureza da luz, que “*tornam a elaboração do júri simulado uma ótima estratégia didática para investigar a pertinência e as contribuições de uma abordagem que priorize as dimensões históricas e filosóficas da ciência*” (MARTINS & SILVA, 2009, p. 18). Nesse trabalho, desenvolvido com estudantes do ensino médio de uma escola da Rede Pública Estadual, a metodologia adotada foi a mesma do trabalho anterior, ou seja, a divisão de três grupos, dois grupos de debatedores e um grupo responsável pelo veredicto. Mas, nesse caso, a questão problematizadora foi: “*a luz é onda ou partícula?*”. De acordo com esses autores, a estratégia do “júri simulado” permitiu o surgimento de argumentos e ideias não somente a respeito dos fenômenos óticos, mas também relacionados a visão de ciência e de cientista.

- **Categoria 6 - Uso da arte:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Uso da arte	História da ciência no ensino fundamental e médio: de Galileu às células-tronco	BERNARDES, A.O.; SANTOS, A.R. dos;	2009	FnE
	O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência	MEDINA, M.; BRAGA, M.;	2010	CBEF
	Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de História e Filosofia das Ciências	FRANCISCO Jr., W.E.; ANDRADE, D.R.; MESQUITA, N.A.S.;	2015	CBEF

Quadro 6: Detalhamento dos trabalhos da categoria 6 - Uso da arte

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

A expressão artística, seja ela literária, musical, corporal, visual ou outras, tem sido muito utilizada como ferramenta de ensino. No ensino de ciências, entretanto, há uma maior resistência para essa aproximação, tendo em vista que arte e ciência geralmente são consideradas áreas opostas (Medina & Braga, 2010). Mesmo assim, esforços estão sendo feitos nesse sentido, visto que “*o desenvolvimento de estratégias educativas que aliem arte e ciência pode gerar inovações para o ensino de ciências no ambiente formal das escolas ou nos ambientes de ensino não-formais das mais diversas naturezas*” (ibid, p. 316).

Quando o que se pretende é fazer uma abordagem histórica da ciência, a dramatização pode ser uma ferramenta interessante, possibilitando a recuperação de acontecimentos e personagens que foram marcantes na história de determinada disciplina. No caso da Física, temos o exemplo de Galileu Galilei, que muito contribuiu para o desenvolvimento do método científico. Bernardes e Santos (2009) utilizaram a história de Galileu para evidenciar a influência da igreja no desenvolvimento da ciência, a partir da produção de um filme intitulado “*O universo de Galileu*”. Atuado e editado pelos estudantes de um colégio estadual, o filme contou a desventura do cientista e mostrou “*como a sociedade e a cultura de um povo podem influenciar o avanço e desenvolvimento científico de uma época*” (BERNARDES & SANTOS, 2009, p. 12).

Medina e Braga (2010) também utilizaram a história de Galileu em uma experiência didática envolvendo Física e Arte, porém o meio aqui utilizado foi o teatro, que segundo os autores “*pode ter um papel muito importante na formação da opinião pública e a ciência abrange um variado rol de assuntos passíveis de serem representados de uma maneira interessante, divertida e agradável*” (p. 317). Sendo assim, foi realizada uma encenação teatral de um texto adaptado da peça “A vida de Galileu Galilei” de Bertolt Brecht, visando explorar conteúdos da Física, Astronomia e áreas afins, além de focar o contexto humano e social da ciência. A experiência foi realizada com alunos do ensino médio de uma escola particular e repetida com alunos de uma escola pública federal. Para os autores, o principal objetivo alcançado foi:

o incentivo à inovação nas práticas educativas, a importância da criatividade e da ousadia no ensino da Física, como forma de resgatar o interesse e a credibilidade do aluno que já não vê na sala de aula nenhuma correspondência com o mundo de que faz parte. (MEDINA & BRAGA, 2010, p. 331)

A literatura ficcional também pode ser uma ferramenta utilizada para trazer à tona elementos históricos e filosóficos da ciência, tendo em vista que muitas dessas obras abordam assuntos relativos à ciência. Nesse sentido, Francisco Junior et. al. (2015) apresentam a proposta de utilização do livro Ponto de Impacto de Dan Brown, obra cuja leitura e análise poderiam ser utilizadas tanto na educação científica escolar, quanto na formação de professores, com o objetivo de fomentar a discussão acerca dos temas nela inseridos.

Os autores trazem a análise de alguns elementos presentes na obra com relação à visão do cientista e da atividade científica, os quais podem ser relacionados à história e filosofia da ciência. No ensino de ciências, “*a análise da obra pode contribuir com a discussão sobre estereótipos da ciência envolvendo tanto a imagem do cientista quanto a visão do cenário científico divulgado na mídia literária*” (FRANCISCO JUNIOR et.al., 2015, p. 96), além de promover o incentivo à leitura.

- **Categoria 7 – Uso de tecnologias de informação e comunicação:**

CATEGORIA	TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	PERIÓDICO
Uso de tecnologias de informação e comunicação	Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da física	PEDUZZI, L.O.Q.; TENFEN, D.N.; CORDEIRO, M.D.;	2012	CBEF

Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula	RIBEIRO Jr, L.A.; CUNHA, M.F.; LARANJEIRAS, C.C.;	2012	RBEF
Visualizando a difração e interferência de ondas através do programa <i>Google Earth</i> : Discutindo história da ciência e a natureza da luz	JARDIM, W.T.;	2016	FnE

Quadro 7: Detalhamento dos trabalhos da categoria 7 – Uso de tecnologias de informação e comunicação

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) estão amplamente presentes em nosso cotidiano. No âmbito da educação, este tem sido um recurso cada dia mais utilizado, tanto por meio da introdução formal desses recursos pelas instituições de ensino e seus representantes, ou pelo livre acesso por parte dos aprendizes (PEDUZZI et al. 2012).

No ensino de Física, uma das utilidades das TICs tem sido a simulação de experimentos históricos em ambiente computacional, tendo em vista as dificuldades de reconstituição física dos mesmos, sobretudo mediante recursos limitados (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012). Esses autores consideram que os experimentos históricos tem sido uma estratégia com grande potencial para o resgate e a articulação histórica e empírica da Física no ensino, e propõem a utilização do *software Modellus*, um software educacional desenvolvido especialmente para a modelagem no ensino de ciências e matemática, para simulação da experiência do plano inclinado de Galileu em uma sala de aula de ensino médio. De acordo com os autores,

a utilização do software *Modellus* se mostrou a mais adequada por possuir uma interface gráfica, com objetos geralmente utilizados na representação de sistemas físicos e janelas de diálogo para entrada e saída de dados, que dispensa conhecimentos prévios de linguagem de programação por parte do usuário que desenvolverá a simulação. (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012, p. 2).

Os resultados obtidos através da simulação ao serem confrontados com o senso comum possibilitam a superação de obstáculos metodológicos, além disso estabelecem um

diálogo com a dimensão histórica dos conceitos físicos abordados no experimento (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012).

As TICs também são apresentadas como facilitadoras no processo de compreensão de conteúdos abstratos da Física, como por exemplo os modelos corpusculares e ondulatórios associados aos fenômenos ópticos. Jardim (2016) apresentou uma estratégia de ensino aplicada em turmas do 3º ano do Ensino Médio, cujo objetivo era discutir a natureza da luz, utilizando como aporte histórico as teorias ópticas de Newton e Huygens, para introduzir os conceitos de difração e interferência de ondas. Diante da dificuldade de abstração apresentada pelos alunos, foi utilizado o programa *Google Earth*, que possibilitou a visualização do fenômeno da difração de ondas ocorrendo na água.

De acordo com o autor, a utilização do programa permitiu que os alunos interagissem de maneira efetiva e se tornassem parte da reflexão construída, além disso acredita-se “*ter conseguido trazer para sala de aula elementos de natureza da ciência que supõem a construção do conhecimento científico de maneira não linear e apenas acumulativa*” (JARDIM, 2016, p. 26).

As animações também fazem parte das TICs mais utilizadas na educação. Peduzzi et al. (2012) descrevem cinco animações em *flash* que foram elaboradas especificamente para a disciplina Evolução dos Conceitos da Física, do Curso de Licenciatura em Física na Modalidade a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina, e discutem suas potencialidades educacionais. De acordo com os autores,

elas têm o potencial de promover a aprendizagem pela resolução de problemas quando, ao fornecer ao aluno uma introdução à temática mais generalizada dos segmentos da disciplina, utilizando novas representações visuais, propõem inúmeros questionamentos de caráter histórico-epistemológico que visam suscitar a inquietação, a reflexão e o debate, próprios à forma como a disciplina é pensada (PEDUZZI et al., 2012, p. 760)

Essas animações foram consideradas pelos autores como materiais potencialmente significativos, de acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. No entanto, ao serem utilizadas após as leituras e discussões dos conteúdos nelas abordados, podem ter seu potencial educacional enfraquecido, servindo apenas como ilustração. Sendo mais indicada sua apresentação previamente aos conteúdos a serem discutidos. Os autores também ressaltam a importância da mediação do professor e subsídios dos demais recursos usados na disciplina. Com relação abordagem histórica da física, os autores consideram que “*as animações evidenciam o contexto no qual os constructos físicos foram concebidos e*

desenvolvidos, propiciando uma visão mais geral dessa ciência, desvinculando-a da fragmentação comum aos cursos de formação nessa área” (PEDUZZI et al., 2012, p. 778)

6 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Durante o período considerado neste trabalho, percebe-se um leve aumento no interesse pela temática da HFC no ensino, como pode ser observado na Tabela 1 e Gráfico 1, que apresentam o número de artigos publicados em cada ano, no período entre 2001 e 2017. Fato que pode ser devido às recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais publicados em 2000 e 2002.

Nota-se também uma variação nos enfoques e estratégias metodológicas utilizadas como visto na Tabela 2 e Gráfico 2, que apresentam o número de artigos por categoria. Esse dado indica que a inclusão de HFC no ensino de física pode ser feita através de diversas estratégias metodológicas, oferecendo grandes possibilidades ao professor interessado nessa abordagem.

ANO	NÚMERO DE ARTIGOS POR ANO	PERIÓDICOS		
		CBEF	RBEF	FnE
2001	1	0	1	0
2002	2	0	1	1
2003	0	0	0	0
2004	2	1	1	0
2005	1	1	0	0
2006	0	0	0	0
2007	2	1	1	0
2008	1	0	1	0
2009	5	0	2	3
2010	3	2	0	1
2011	3	2	1	0
2012	3	2	1	0
2013	2	1	1	0
2014	1	1	0	0
2015	8	7	1	0
2016	2	1	0	1
2017	4	3	1	0
TOTAL	40	22	12	6

Tabela 1: Número de artigos publicados por ano

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos



Gráfico 1: Distribuição anual do número de publicações

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

CATEGORIA	NÚMERO DE ARTIGOS
USO DE EPISÓDIOS HISTÓRICOS	16
USO DE TEXTOS HISTÓRICOS	6
FORMAÇÃO DE PROFESSORES	5
USO DE EXPERIMENTAÇÃO	4
USO DE DEBATES	3
USO DE ARTE	3
USO DE TIC	3
TOTAL	40

Tabela 2: Número de trabalhos por categoria

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

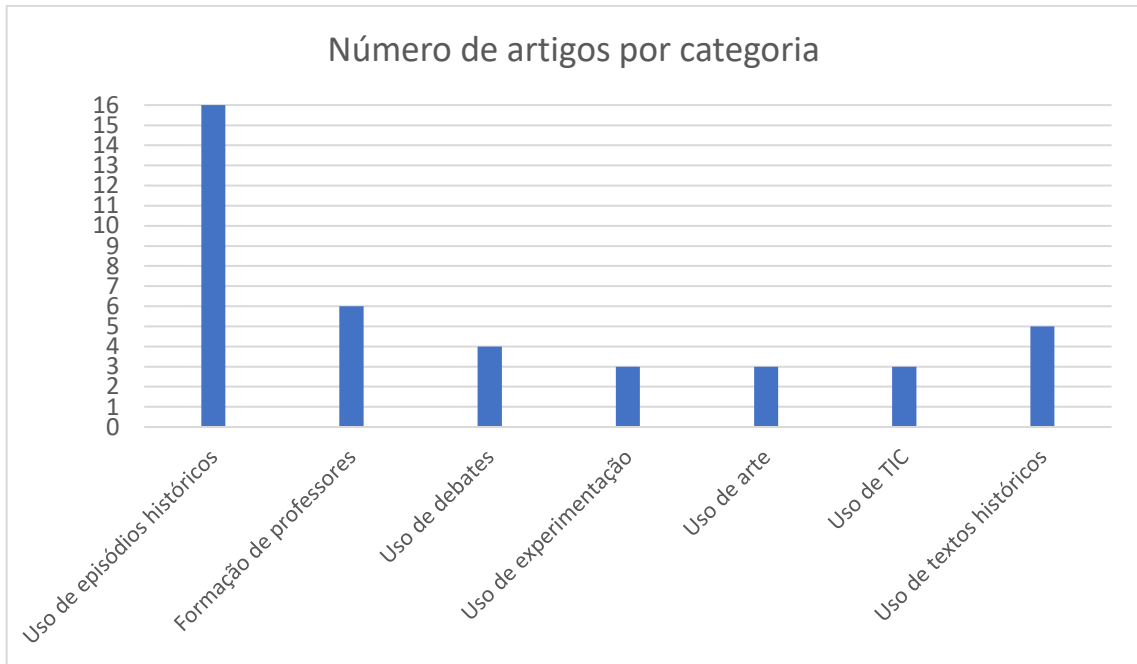


Gráfico 2: Número de artigos por categoria

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Em seguida os artigos serão analisados qualitativamente dentro de cada categoria, buscando semelhanças e divergências entre eles. Entre os pontos analisados estão: se os artigos testam estratégias metodológicas e em qual contexto de ensino o fazem, se essas estratégias são fundamentadas por alguma teoria da aprendizagem; se delimitam um conteúdo da Física para ser abordado, e outros aspectos específicos em cada categoria.

Com relação ao uso de HFC será verificado se os artigos utilizam uma abordagem apenas histórica ou histórico-filosófica da ciência, e se a abordagem é internalista ou externalista. Essas duas formas de abordagem para o uso da História da Ciência são definidas da seguinte maneira por Oliveira e Silva (2012):

[...] entendemos como abordagem histórica Internalista aquela que analisa o conteúdo conceitual da ciência, e como abordagem Externalista aquela que tem como base a análise dos fatores extracientíficos presentes no desenvolvimento do conhecimento científico (OLIVEIRA; SILVA, 2012, p. 46).

A abordagem externalista para o uso de História da Ciência no ensino corresponde à contextualização histórica e social indicada pelo PCN como um dos eixos norteadores para o ensino escolar. No entanto, Oliveira e Silva (2012) alertam que a História da Ciência não deve ser reduzida apenas a esta abordagem, devendo haver um consenso entre as duas abordagens.

6.1 Uso de episódios históricos

Todos os conceitos científicos são construídos e evoluem dentro de um contexto histórico, sendo assim, esse contexto histórico é parte relevante no estudo desses conceitos.

De acordo com o PCN +

a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado. (BRASIL, 2002, p. 59)

Dos dezesseis artigos que abordam a utilização de episódios históricos dez testam estratégias metodológicas, das quais oito (MAGALHÃES et al., 2002) (DIAS et al., 2004) (MORAIS E GUERRA, 2013) (QUINTAL E GUERRA, 2009) (GUERRA et al., 2004) (KOHNLEIN E PEDUZZI, 2005) (SILVA E MORAES, 2015) (REIS E REIS, 2016) foram testadas em contexto escolar, e duas (ROCHA, 2009) (MONTEIRO E MARTINS, 2015) em contexto acadêmico. Os demais artigos apenas trazem uma análise da evolução de determinados conceitos da Física e de episódios de sua história.

Todos os artigos nesta categoria delimitaram um conteúdo ou tema da Física para ser abordado, seis deles (REIS E REIS, 2016) (GOMES, 2015 parte 1) (GOMES, 2015 parte 2) (KOHNLEIN E PEDUZZI, 2005) (MONTEIRO E MARTINS, 2015) (MORAIS E GUERRA, 2013) abordam aspectos da mecânica, quatro deles (QUINTAL E GUERRA, 2009) (GUERRA et al., 2004) (MAGALHÃES et al., 2002) (ROCHA, 2009) trazem questões a respeito do Eletromagnetismo, dois (DIAS, 2001) (SILVA et al., 2013) abordaram a Termodinâmica, dois (SILVA E MOURA, 2008) (SILVA E MORAES, 2015) a Óptica, e dois (BAGDONAS E COLS., 2017) (DIAS et al., 2004) aspectos da cosmologia.

Apenas três artigos desta categoria apresentam uma fundamentação a partir de uma teoria, dois deles (MAGALHÃES et al., 2002) (DIAS et al., 2004) baseiam suas metodologias na teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Novak, e um (KOHNLEIN E PEDUZZI, 2005) baseia-se nos Três Momentos Pedagógicos de Angotti e Delizoicov.

No que diz respeito à utilização de HFC, nove artigos (DIAS, 2001) (MAGALHÃES et al., 2002) (DIAS et al., 2004) (ROCHA, 2009) (MONTEIRO E MARTINS, 2015) (BAGDONAS E COLS., 2017) (SILVA et al., 2013) (GOMES, 2015 parte 1) (GOMES, 2015 parte 2) apresentaram uma abordagem apenas histórica da ciência, e sete deles (KOHNLEIN E PEDUZZI, 2005) (SILVA E MORAES, 2015) (REIS E REIS, 2016) (QUINTAL E

GUERRA, 2009) (GUERRA et al., 2004) (MORAIS E GUERRA, 2013) (SILVA E MOURA, 2008) apresentam tanto uma abordagem histórica quanto filosófica. Da mesma forma, nove artigos (DIAS, 2001) (MAGALHÃES et al., 2002) (DIAS et al., 2004) (ROCHA, 2009) (MONTEIRO E MARTINS, 2015) (SILVA E MOURA, 2008) (BAGDONAS E COLS., 2017) (GOMES, 2015 parte 1) (GOMES, 2015 parte 2) utilizaram apenas a abordagem internalista da história da ciência, e sete (MORAIS E GUERRA, 2013)) (QUINTAL E GUERRA, 2009) (SILVA et al., 2013) (KOHLEIN E PEDUZZI, 2005) (SILVA E MORAES, 2015) (REIS E REIS, 2016) (GUERRA et al., 2004) utilizam uma abordagem internalista e externalista.

6.2 Uso de textos históricos

De acordo com o PCN “*é importante considerar que o livro didático não deve ser o único material a ser utilizado, pois a variedade de fontes de informação é que contribuirá para o aluno ter uma visão ampla do conhecimento*” (BRASIL, 1997). Quando se trata de conhecimentos a respeito da história e filosofia da ciência, outras fontes de informação serão ainda mais importantes, tendo em vista que os livros didáticos, em sua maioria, não apresentam ou apresentam de forma muito superficial esses aspectos da ciência.

Nenhum dos artigos que aborda a utilização de textos históricos testaram estratégias metodológicas. Sendo que quatro deles apresentam uma proposta de utilização de textos históricos, sejam trechos de fontes primárias (FONSECA et al., 2017) (BATISTA et al., 2015), ou narrativas históricas baseadas em fontes primárias (PRAXEDES E PEDUZZI, 2009) (DRUMMOND et al., 2015) (BATISTA et al., 2015). Dos outros dois artigos, um (FORATO et al., 2011) discute os desafios e apresenta recomendações para a elaboração e utilização de textos históricos no ensino escolar, enquanto o outro (SILVA, 2010) discute as potencialidades e dificuldades para a utilização de textos históricos no ensino de Física.

Quatro desses artigos trataram de temas da Física especificamente, dois deles (PRAXEDES E PEDUZZI, 2009) (DRUMMOND et al., 2015) abordaram aspectos da cosmologia, e dois (BATISTA et al., 2015) (FONSECA et al., 2017) aspectos da termodinâmica.

Apenas uma das propostas é direcionada para formação de professores (PRAXEDES E PEDUZZI, 2009), que é também a única que apresenta embasamento teórico, o qual se fundamenta nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1992).

A respeito da interface com a HFC, os seis artigos apresentam tanto uma abordagem histórica quanto filosófica, porém apenas dois deles (FORATO et al., 2011) (SILVA, 2010) utilizam uma abordagem internalista e externalista da história da ciência, os demais utilizam uma abordagem apenas internalista (DRUMMOND et al., 2015) (BATISTA et al., 2015) (FONSECA et al., 2017), ou apenas externalista (PRAXEDES E PEDUZZI, 2009) (SILVA, 2010).

6.3 Formação de professores

Tendo em vista que “*crônicos e reconhecidos problemas da formação docente constituem obstáculos para o desempenho do professor*” (BRASIL, 2002, p. 139), reformulações na formação inicial do docente, bem como o aprimoramento dessa formação de forma continuada fazem parte das ações para melhorar o ensino na educação básica.

Três dos artigos que abordam a formação de professores testam metodologias de ensino, sendo que dois deles (MOREIRA et al, 2007) (PENA E TEIXEIRA, 2017) apresentam o desenvolvimento de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico em cursos de licenciatura em física, e um (RAPOSO, 2014) apresenta o desenvolvimento de um projeto de extensão de caráter histórico-filosófico também em um curso de licenciatura em Física. Os outros dois artigos (PEREIRA E MARTINS, 2010) (MARTINS, 2007) não apresentam estratégia metodológica, possuindo um caráter diagnóstico dos aspectos históricos-filosóficos em cursos de formação inicial.

Apenas um artigo (RAPOSO, 2014) dessa categoria delimita um tema da Física para abordagem, trabalhando aspectos da mecânica, através do estudo da vida de Galileu Galilei. Este também é o único artigo que apresenta uma teoria fundamentando sua metodologia, trata-se da Pedagogia de Projetos proposta por John Dewey (1859-1952), a qual defende a autonomia e iniciativa do aluno no processo educacional.

Todos os artigos dessa categoria apresentaram uma abordagem histórico-filosófica da ciência. No entanto, todos os três artigos que testaram metodologias utilizaram uma abordagem apenas externalista da história da ciência.

6.4 Uso de experimentação

De acordo com o PCN + “*é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis*” (BRASIL, 2002, p. 84). Garantindo assim a curiosidade e autonomia dos alunos na construção do conhecimento.

Os quatro artigos que abordam a utilização de experimentação testam as estratégias metodológicas em realidades de escola, sendo dois (SANTOS et al., 2012) (PINTO et al., 2017) em escola pública, e dois (SILVA et al., 2011) (RINALDI & GUERRA, 2011) em escola particular. Três desses artigos (SANTOS et al., 2012) (PINTO et al., 2017) (SILVA et al., 2011) propõem a replicação de experimentos históricos, e um (RINALDI & GUERRA, 2011) a construção de aparatos experimentais históricos.

Todos os artigos desta categoria delimitaram conteúdos da Física para serem abordados, três deles abordaram o eletromagnetismo (SILVA et al., 2011) (RINALDI & GUERRA, 2011) (PINTO et al., 2017), e um (SANTOS et al., 2012) tratou de aspectos da cosmologia.

Apenas um dos artigos (PINTO et al., 2017) apresenta o referencial teórico no qual baseia sua metodologia, sendo esta o construtivismo pessoal, segundo o qual a participação do aluno deve ser ativa na construção do saber.

A respeito da utilização da HFC, apenas um dos artigos (RINALDI & GUERRA, 2011) utilizou uma abordagem histórica e filosófica, os demais utilizaram uma abordagem apenas histórica da Ciência. Dois artigos (RINALDI & GUERRA, 2011) (SANTOS et al., 2012) apresentaram uma abordagem internalista e externalista da história da ciência, e os outros dois (PINTO et al., 2017) (SILVA et al., 2011) apresentaram uma abordagem apenas internalista.

6.5 Uso de debates

Segundo o PCN +, “*para desenvolver competências que requerem o sentido crítico, será necessário privilegiar espaços de discussão, tanto na escola como na sala de aula*” (BRASIL, 2002, p. 62). Os debates são excelentes meios para fomentar discussões a respeito de temas variados e suscitar a criticidade dos participantes.

Os três artigos que abordam a utilização de debates testam suas estratégias metodológicas em contexto escolar. Nos três artigos foram propostos debates com temas geradores de controvérsias, nos quais duas teorias ou teses opostas deveriam ser defendidas por diferentes grupos de alunos, para se chegar a um consenso. Dois dos artigos (MARTINS & SILVA, 2009) (GUERRA, REIS & BRAGA, 2002) promovem o debate por meio de uma estratégia chamada de “júri-simulado”, na qual é feita a simulação de um tribunal judiciário.

Dois desses artigos delimitaram os conteúdos da Física a serem abordados, um deles (MARTINS & SILVA, 2009) faz sua abordagem sobre a Óptica, e o outro (GUTTMANN & BRAGA, 2015) abordou aspectos da cosmologia. Nenhum dos artigos apresentou embasamento a partir de uma teoria da aprendizagem.

Com relação à utilização de HFC, os três artigos utilizaram uma abordagem histórica e filosófica da ciência. No entanto, dois deles (MARTINS & SILVA, 2009) (GUTTMANN & BRAGA, 2015) apresentaram uma abordagem apenas internalista da história da ciência, e um (GUERRA, REIS & BRAGA, 2002) apresentou uma abordagem somente externalista.

6.6 Uso de arte

De acordo com o PCN+, no ensino de física devem “*ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita, com a elaboração de textos ou jornais, ao uso de esquemas, fotos, recortes ou vídeos, até a linguagem corporal e artística*” (BRASIL, 2002, p. 84).

Dos três artigos que abordam a utilização da arte, apenas um (FRANCISCO JUNIOR et al., 2015) não aplicou a estratégia metodológica em uma realidade de ensino, fazendo apenas uma sugestão para sua aplicação tanto em escolas, como na formação de professores de ciências. Dos outros dois artigos, um (BERNARDES; SANTOS, 2009) testa sua estratégia metodológica em contexto de escola pública, e outro (MEDINA; BRAGA, 2010) aplicou a metodologia em escola pública e particular.

Há divergência também com relação ao tipo de arte utilizada. Francisco Junior et al. (2015) propõe a utilização de literatura ficcional, Medina e Braga (2010) apresenta uma produção teatral, e Bernardes e Santos (2009) uma produção cinematográfica e de histórias em quadrinhos. Algo em comum entre esses dois últimos projetos foi a utilização da vida de Galileu Galilei como enredo de suas produções.

Apenas um dos artigos (MEDINA E BRAGA, 2010) restringe sua abordagem à um conteúdo da Física, o qual aborda aspectos da cosmologia.

Com relação à fundamentação por uma teoria da aprendizagem, apenas Francisco Junior et al. (2015) faz referência à Paulo Freire (2006) e ao seu conceito de leitura crítica de mundo.

A respeito da utilização de HFC, dois dos artigos desta categoria (FRANCISCO JUNIOR et al., 2015) (MEDINA; BRAGA, 2010) apresentam uma abordagem histórica e filosófica, e apenas um (BERNARDES; SANTOS, 2009) apresenta uma abordagem apenas histórica da ciência. E com relação à forma de abordagem, apenas Medina & Braga (2010) utilizaram a abordagem internalista e externalista ao mesmo tempo, enquanto os demais artigos utilizam uma abordagem apenas externalista da história da ciência.

6.7 Uso de Tecnologias da Informação e Comunicação

O PCN+ Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias aponta que no ensino de Física “*deve ser estimulado o uso adequado dos meios tecnológicos, como máquinas de calcular, ou das diversas ferramentas propiciadas pelos microcomputadores, especialmente editores de texto e planilhas*” (BRASIL, 2002, p. 84).

Dos três artigos que abordam a utilização de tecnologias da informação e comunicação (TICs), apenas um (JARDIM, 2016) testa a metodologia em uma realidade de ensino, sendo esta uma realidade de ensino médio da rede pública. Os demais artigos apenas apresentam as estratégias metodológicas, sendo uma (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012) indicada para o ensino médio e a outra (PEDUZZI et al., 2012) elaborada para um contexto de ensino superior. Sendo que, este último trata da modalidade de Educação à Distância, na qual a utilização de TICs, através de ambientes virtuais, já é característica. Embora os autores salientem sua possível adequação para outros contextos de ensino.

Outra divergência entre esses artigos diz respeito à ferramenta tecnológica utilizada. Um dos artigos (PEDUZZI et al., 2012) se utiliza de animações em *flash*, enquanto os outros dois utilizam-se de *softwares*, sendo que um deles (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012) utiliza o software *Modellus*, uma ferramenta de simulação computacional elaborada especialmente para o ensino de ciências e matemática, enquanto o outro (JARDIM, 2016) utiliza o *Google Earth*, uma ferramenta bastante conhecida que possibilita a exploração de um vasto conteúdo geográfico através de imagens via satélite, e que, apesar de não ter sido desenvolvida para uso educacional, pode ser utilizada para diversas finalidades.

Dois desses artigos delimitam o conteúdo da Física a ser abordado, um deles (JARDIM, 2016) trabalhou com ondulatória, e o outro (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012) com mecânica.

Com relação a existência de uma teoria da aprendizagem fundamentando a metodologia abordada, apenas um dos artigos (PEDUZZI et al., 2012) apresentou este dado, o qual utilizou a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e Novak.

Nos aspectos concernentes à HFC, dois dos artigos desta categoria (PEDUZZI et al., 2012) (RIBEIRO JUNIOR et al., 2012) apresentam uma abordagem histórica e filosófica, e um (JARDIM, 2016) apresenta uma abordagem apenas histórica. Além disso, Peduzzi et al. (2012) utilizou uma abordagem histórica externalista, e os demais artigos uma abordagem internalista da história da ciência.

6.8 Resultado Geral da Análise dos Artigos

Com base na análise dos artigos, dentro de cada categoria, serão apresentados os resultados gerais dos pontos verificados. O primeiro ponto a ser analisado diz respeito à testagem/apresentação ou não de uma estratégia metodológica, como mostra o Gráfico 3, mais da metade dos artigos (23 trabalhos) aplicaram, ou seja, testaram uma estratégia metodológica em um contexto real de ensino. Esse é um dado relevante, tendo em vista a importância desse tipo de trabalho para o avanço da área de ensino. Dos artigos restantes, uma parte (7 trabalhos) propõem estratégias metodológicas que ainda não foram testadas, e a outra parte (10 trabalhos) não testam e também não apresentam uma estratégia, tendo um caráter mais teórico.

O segundo aspecto a ser abordado diz respeito ao contexto de ensino em que essas estratégias metodológicas foram ou poderiam ser aplicadas. O Gráfico 4 mostra que, das estratégias testadas, a maioria (18 trabalhos) foi aplicada em contexto escolar, e apenas 5 foram aplicadas em contexto de formação de professores, seja inicial ou continuada. Já as estratégias de ensino que não foram testadas, 4 foram propostas para o âmbito escolar, 2 para o âmbito de formação de professores e 1 para ambos os contextos. Nesse aspecto percebe-se uma carência de trabalhos voltados para a formação de professores, sobretudo a continuada.

Dos 7 artigos direcionados exclusivamente para este âmbito, apenas 1 propõe a inserção de HFC em um curso de formação de professores, todos os demais são voltados para a licenciatura em Física, dos quais, 3 apresentam experiências em disciplinas já relacionadas com HFC, como por exemplo “Evolução dos conceitos da Física”, 2 apresentam experiências

em outras disciplinas (Física III, por exemplo), e 1 apresenta uma experiência extracurricular, um projeto de extensão.

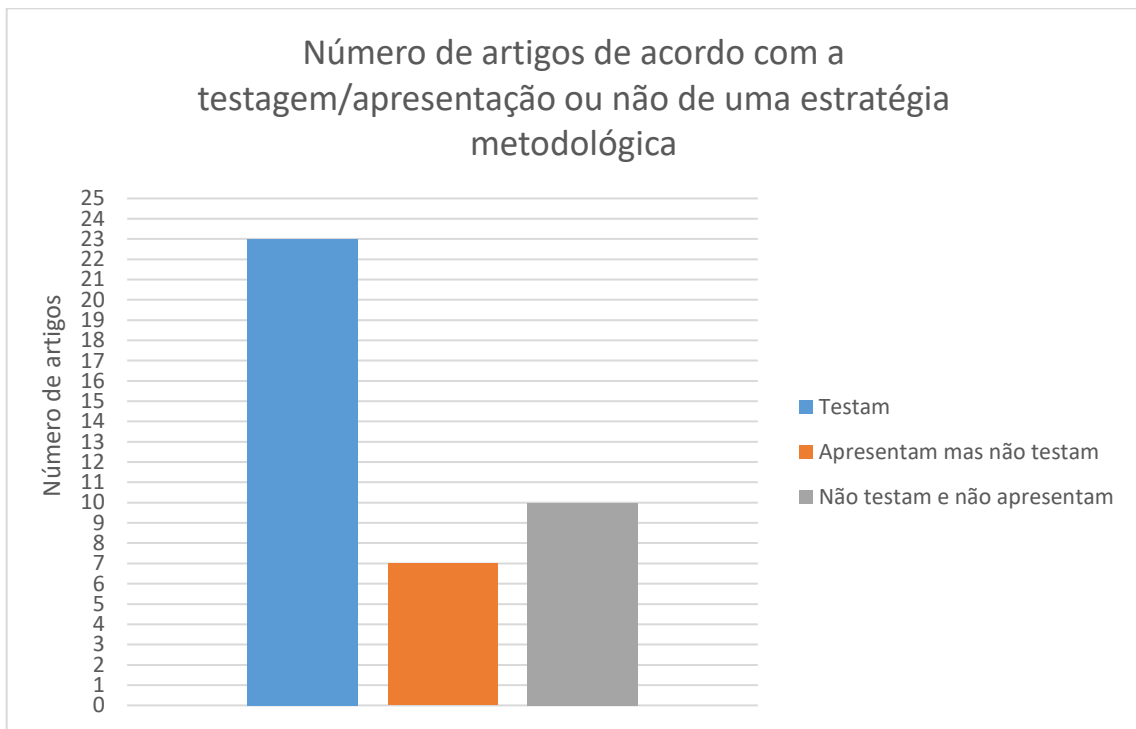


Gráfico 3: Número de artigos de acordo com a testagem/apresentação ou não de estratégia metodológica

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos



Gráfico 4: Número de trabalhos por contexto de aplicação

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Com relação àqueles que foram aplicados em contexto escolar, o Gráfico 5 apresenta a subdivisão deles de acordo com a rede de ensino, mostrando que a grande maioria foi aplicada em contexto de escola pública, denotando a maior facilidade encontrada nessas escolas para aplicação de projetos pedagógicos, bem como uma maior flexibilidade na aplicação de novas abordagens.

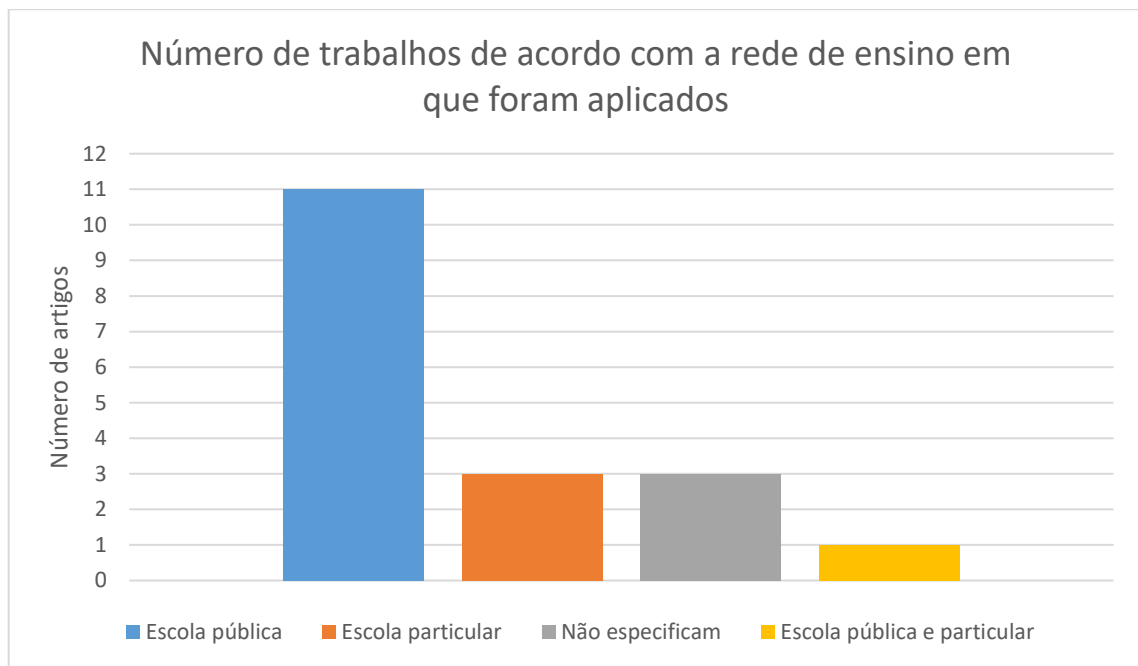


Gráfico 5: Número de trabalhos de acordo com a rede de ensino em que foram aplicados

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Outro aspecto verificado foi a correlação entre categorias e conteúdos abordados, como mostra a Tabela 3. Nota-se que há uma variação considerável de conteúdos da Física, sendo Eletromagnetismo, Mecânica e Cosmologia, os temas mais prevalentes. Mas só foi observada uma possível correlação na categoria de experimentação, na qual 3 de 4 artigos abordaram aspectos do Eletromagnetismo, o que pode indicar uma maior facilidade em trabalhar este conteúdo através dessa metodologia.

Com relação a fundamentação da metodologia apresentada por meio de alguma teoria, pouquíssimos trabalhos apresentaram essa informação. Apenas 8 das estratégias metodológicas apresentadas foram embasadas por alguma teoria de ensino e aprendizagem. As teorias utilizadas foram: a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Novak (3 trabalhos); os Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (2 trabalhos),

a Pedagogia de Freire (1 trabalho); a Pedagogia de Projetos proposta por John Dewey (1 trabalho); e o Construtivismo Pessoal (1 trabalho).

	Termodinâmica	Eletromagnetismo	Mecânica	Óptica	Cosmologia	Ondulatória	Total
Uso de episódios históricos	2	4	6	2	2		16
Formação de professores			1				1
Uso de experimentação		3			1		4
Uso de debates				1	1		2
Uso de arte					1		1
Uso de TIC			1			1	2
Uso de textos históricos	2				2		4
Total	4	7	8	3	7	1	30

Tabela 3: Relação entre as categorias de análise e os conteúdos abordados

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Por fim, foram analisados os pontos relacionados à utilização de HFC, como mostra a Tabela 4 e o Gráfico 6. Nota-se que a maioria dos trabalhos apresentaram uma abordagem histórica e filosófica da ciência. No entanto, com relação a forma de abordagem, mais da metade se limitou a apenas uma das formas, internalista ou externalista, que não é o aconselhado pela literatura da área. Correlacionando as duas variáveis, percebe-se que há uma tendência maior dos trabalhos com abordagem apenas histórica utilizarem também uma abordagem apenas internalista de História da Ciência, enquanto àqueles que são históricos e filosóficos tendem mais a uma abordagem conjunta dos aspectos internos e externos da História da Ciência.

	Internalista	Externalista	Internalista e externalista	Total
Histórica	11	1	2	14
Histórico-filosófica	6	9	11	26
Total	17	10	13	40

Tabela 4: Número de artigos de acordo com o tipo de abordagem

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

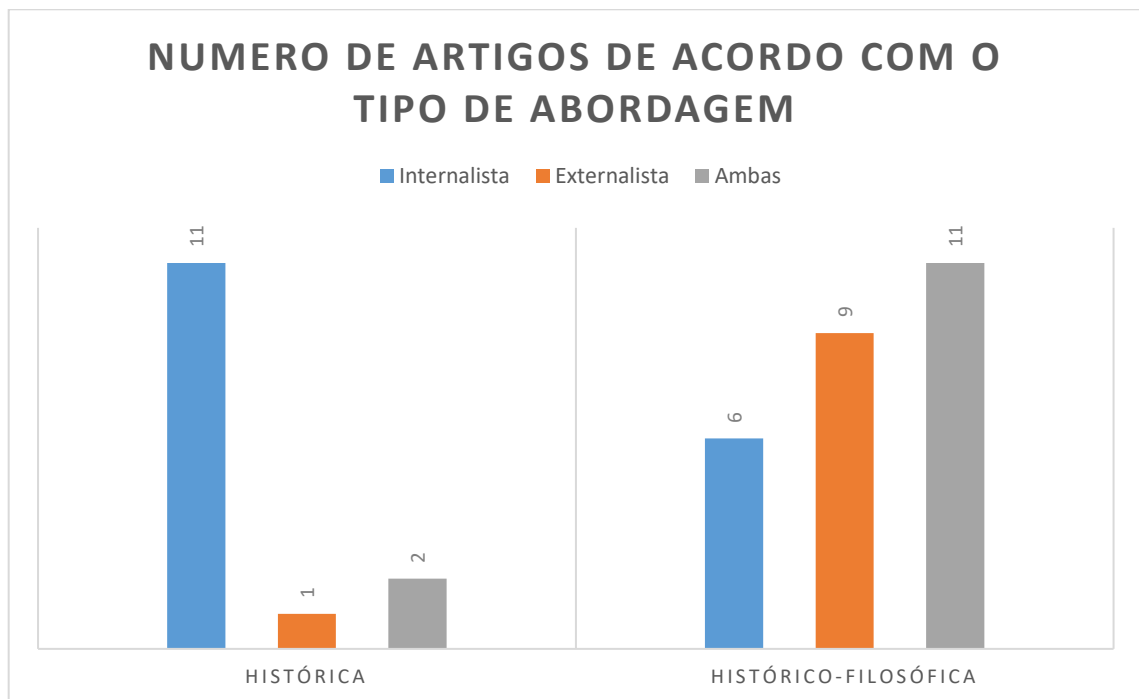


Gráfico 6: Número de artigos de acordo com o tipo de abordagem

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

Verificando a incidência de cada uma dessas abordagens nas categorias de análise, obtemos o que consta nas Tabelas 5 e 6. Uma total incidência da abordagem histórico-filosófica nas categorias Uso de textos históricos, Formação de professores e Uso de debates. Enquanto apenas duas categorias apresentaram maior incidência da abordagem histórica, e nenhuma delas apresentou total incidência dessa abordagem.

Já com relação ao tipo de abordagem, percebe-se que nenhuma das categorias apresentou incidência total em apenas uma das possibilidades, e apenas a categoria Uso de textos históricos possui trabalhos nas três possibilidades. Nota-se também que duas das categorias (Uso de debates e Uso de TIC) não apresentaram trabalhos que mesclaram as duas abordagens, variando entre uma e outra. Só foi observada tendência na categoria Formação de

professores, na qual 4 de 5 artigos apresentaram uma abordagem apenas externalista da História da Ciência.

	Histórica	Histórico-filosófica
Uso de episódios Históricos	9	7
Formação de professores		5
Uso de experimentação	3	1
Uso de debates		3
Uso de arte	1	2
Uso de TIC	1	2
Uso de textos históricos		6

Tabela 5: Tipo de abordagem por categoria

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

	Internalista	Externalista	Ambas
Uso de episódios Históricos	9		7
Formação de professores		4	1
Uso de experimentação	2		2
Uso de debates	2	1	
Uso de arte		2	1
Uso de TIC	2	1	
Uso de textos históricos	3	1	2

Tabela 6: Tipo de abordagem por categoria

Fonte: Trabalhos selecionados

Elaboração: Agrício Almeida Santos

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa se propôs a fazer uma revisão bibliográfica a partir da busca de trabalhos que abordam a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de Física, publicados nos últimos 17 anos em periódicos brasileiros de ensino de Física. A análise dos 40 trabalhos selecionados foi realizada a partir das seguintes categorias: Uso de episódios históricos (16 artigos), Uso de textos históricos (6 artigos), Formação de professores (5 artigos), Uso de experimentação (4 artigos), Uso de debates (3 artigos), Uso de arte (3 artigos) e Uso de Tecnologias da informação e comunicação (3 artigos).

A maior tendência entre os artigos selecionados foi a apresentação da evolução de determinados conceitos da Física através do estudo de episódios históricos (40% dos trabalhos). Aparentemente essa é a forma mais comum de abordagem dos aspectos histórico-filosóficos da ciência no ensino de Física e pode, ou não, ser associada a outras estratégias metodológicas.

A segunda estratégia metodológica de maior incidência entre os trabalhos selecionados foi a utilização de textos históricos (15% dos trabalhos), seja de fonte primária ou secundária. Embora alguns autores (FONSECA et al., 2017) (BATISTA et al., 2015) tenham tido êxito na utilização direta de trechos de fontes primárias, é notável que há uma dificuldade maior de compreensão desses textos, sendo mais favorável a utilização de narrativas baseadas em fontes primárias, como é o caso das entrevistas fictícias construídas a partir dessas fontes.

A formação de professores, apesar de não se tratar de uma estratégia metodológica, foi incluída como categoria de análise devido a pertinência, apontada na literatura, em discutir ações relacionadas a inserção de HFC no ensino que estejam voltadas para esse âmbito. Infelizmente, a quantidade de artigos com essa proposta foi pequena (12,5% dos trabalhos), mesmo considerando os artigos de outras categorias que foram aplicados nesse contexto (apenas 2 trabalhos).

O uso de experimentação, ou seja, a reprodução de experimentos históricos ou a montagem de aparatos experimentais históricos, foi apontada em 10% dos trabalhos selecionados, havendo a prevalência da replicação de experimentos históricos entre as estratégias utilizadas, e do Eletromagnetismo entre os conteúdos abordados, o que aponta para uma regularidade dentro desta categoria.

As três estratégias metodológicas restantes (uso de debate, uso de arte e uso de TICs) foram abordadas em um número bem reduzido de trabalhos (7,5 % dos trabalhos, cada uma), por isso não foi possível identificar regularidades dentro dessas categorias. Esses dados

surpreendem, sobretudo com relação ao uso de tecnologias, tendo em vista que as ferramentas tecnológicas estão cada vez mais presentes em nosso cotidiano e podem facilitar no processo de ensino-aprendizagem.

Embora tenha sido identificado um crescimento no número de trabalhos interessados em discutir a inserção da HFC no ensino de Física e apresentar estratégias para tal, nos últimos anos, ainda há uma carência de trabalhos voltados para essa abordagem, sobretudo no que diz respeito ao âmbito da formação de professores. Pouco adianta as diversas estratégias e recursos apresentados na literatura para a efetiva inserção de HFC no ensino de Física, se os professores não estiverem qualificados para fazer uso consciente delas.

Outro dado preocupante diz respeito à fundamentação das estratégias a partir de alguma teoria da aprendizagem. O número reduzido de trabalhos que basearam suas metodologias em alguma destas teorias denota uma negligência com os pressupostos pedagógicos, algo que não deveria ocorrer tratando-se de trabalhos da área de educação.

A realização dessa pesquisa possibilitou uma reflexão a respeito do como a literatura tem abordado a interface entre HFC e ensino de Física, bem como um levantamento das principais estratégias metodológicas utilizadas. Contribuindo, assim, para o avanço das discussões sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- BAGDONAS, A. et al. Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 39, nº 2, 2017.
- BATISTA, J. L. de F. et al. Fontes primárias no ensino de física: considerações e exemplos de propostas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 663-702, 2015.
- BERNARDES, A. O.; SANTOS, A. R. História da ciência no ensino fundamental e médio: de Galileu às células-tronco. **Física na Escola**, v. 10, n. 2, p. 11-15, 2009
- BRASIL. MEC. SEB. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: FÍSICA**, 2011.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de. Educação Fundamental**. Brasília: 1997.
- DIAS, P. M. C. A (Im)Pertinência da História ao Aprendizado da Física (um Estudo de Caso). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, 2001.
- DIAS, P. M. C. et al. A Gravitação Universal (Um texto para o Ensino Médio). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 257 - 271, 2004.
- DRUMMOND, J. M. H. F. et al. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 99-141, 2015.
- FONSECA, D. S. et al. Pressão atmosférica e natureza da ciência: uma sequência didática englobando fontes primárias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 64-108, 2017.
- FORATO, T. C.de M. et al. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, 2011.
- FRANCISCO JUNIOR, W. E. et al. Visões de cientistas e atividade científica na obra Ponto de Impacto de Dan Brown: possibilidades de inserção de elementos de História e Filosofia das Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 76-98, 2015.

GOMES, L. C. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 407-441, 2015.

_____. A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 738-768, 2015.

GUERRA, A. et al. Uma abordagem Histórico-Filosófica para o Eletromagnetismo no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 2: p. 224-248, 2004.

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

GUTTMANN, G. A. M.; BRAGA, M. A origem do universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 442-460, 2015.

JARDIM, W. T. Visualizando a difração e interferência de ondas através do programa Google Earth: Discutindo história da ciência e a natureza da luz. **Física na Escola**, v. 14, n. 1, p. 22-26, 2016.

KÖHNLEIN, J.F.K.; PEDUZZI, L.O.Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no Ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1: p. 36-70, 2005.

MAGALHÃES, M. de F. et al. Uma proposta para ensinar os conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma aplicação da História da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 4, 2002.

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

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinenses de Ensino de Física**, v. 12, n. 3: p. 164-214, 1995.

MEDINA, M.; BRAGA, M. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2: p. 313-333, 2010.

MONTEIRO, M. M. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 2015.

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a Filosofia da Ciência: caminhos para a inserção de temas 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. et al. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física:

uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. História da Ciência e Ensino de Física: uma análise metahistoriográfica. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012. p. 41-64.

PEDUZZI, L. O. Q. et al. Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2: p. 758-786, 2012.

PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S. Concepções sobre a Natureza da Ciência: a trajetória dos estudantes de uma disciplina sobre Evolução dos Conceitos da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 152-175, 2017.

PEREIRA, G. J. S. A.; MARTINS, A. F. P. A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em física e em química da UFRN: uma análise comparativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p.229-258, 2011.

PINTO, J. A. F. et al. Laboratório desafiador e história da ciência: um relato de experiência com o experimento de Oersted. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 176-196, 2017.

PRAXEDES, Z.; PEDUZZI, L.O.Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição da inserção de dois artigos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 2009.

QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. A história da ciência no processo de ensino-aprendizagem. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, p. 21-25, 2009.

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

REIS, U. V.; REIS, J. C. de O. Os conceitos de espaço e de tempo como protagonistas no ensino de Física: um relato sobre uma sequência didática com abordagem histórico-filosófica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 744-778, 2016.

RIBEIRO JUNIOR, L. A. et al. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.

RINALDI, E.; GUERRA, A. História da Ciência e o uso da Instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3: p. 653-675, 2011.

ROCHA, J. F. M. O conceito de "campo" em sala de aula - uma abordagem histórico-conceitual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2009.

- SANTOS, A. J. de J. et al. O projeto Erastóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3: p. 1137-1174, 2012.
- SILVA, A. P. B. et al. Concepções sobre a natureza do Calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013.
- SILVA, B. V. da C. Um debate na escola: a história e a filosofia da ciência em foco. **Física na Escola**, v. 11, n. 2, p. 12-15, 2010.
- SILVA, B. V. da C.; MARTINS, A. F. P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, P. 17-20, 2009.
- SILVA, C. C.; MOURA, B. A. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008.
- SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G. O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 378-406, 2015.
- SILVA, L. C. M. et al. A carga específica do elétron. Um enfoque histórico e experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011.