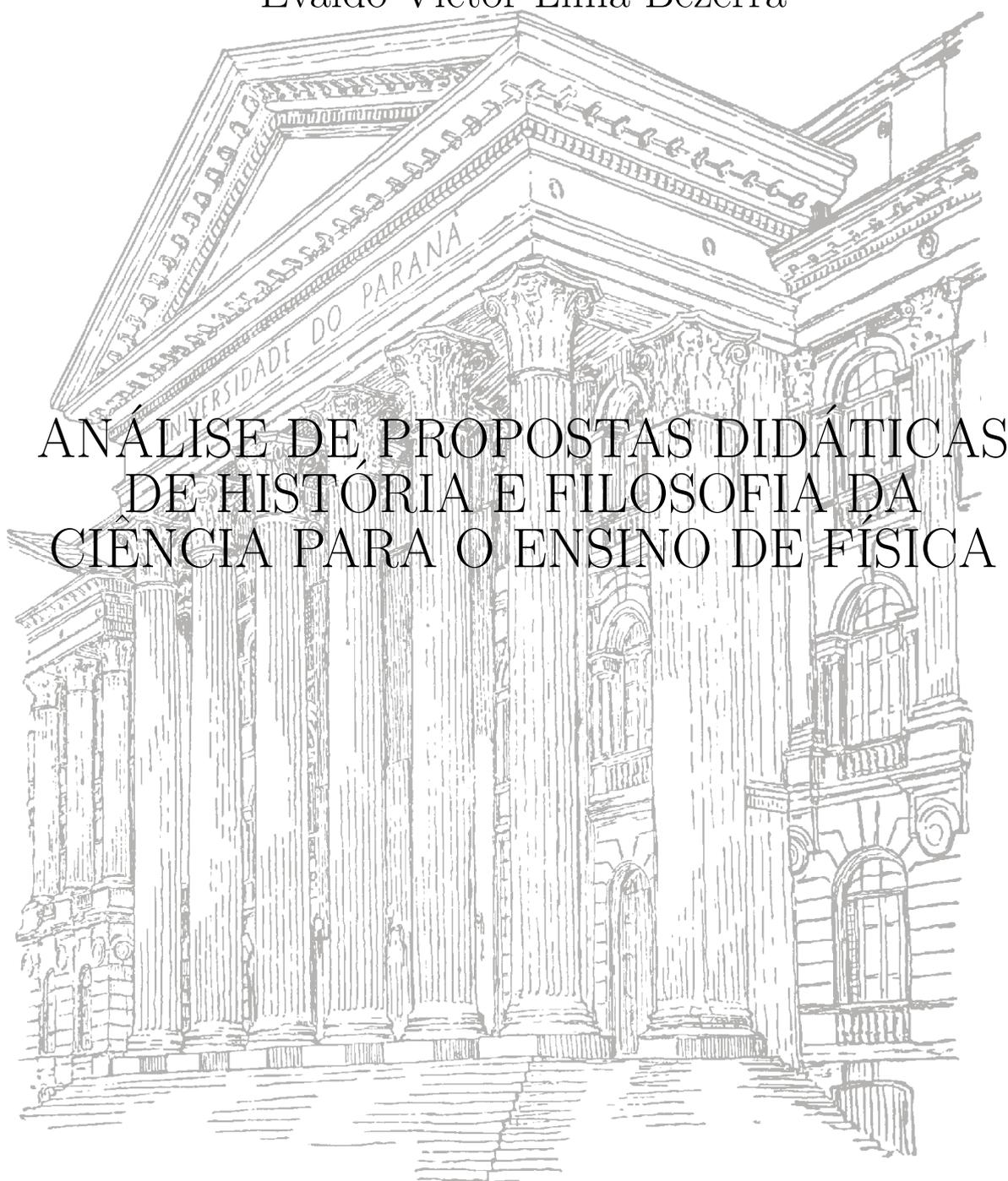


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Evaldo Victor Lima Bezerra



ANÁLISE DE PROPOSTAS DIDÁTICAS
DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA
CIÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Curitiba
2014

Evaldo Victor Lima Bezerra

ANÁLISE DE PROPOSTAS DIDÁTICAS
DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA
CIÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática, no Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Camargo

Curitiba
2014

Bezerra, Evaldo Victor Lima

Análise de propostas didáticas de história e filosofia da ciência para o ensino de física / Evaldo Victor Lima Bezerra. - Curitiba, 2014.

223 f.:il.; grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

Orientador: Sérgio Camargo

1. Educação. 2. Ciência - Filosofia. 3. Física - Estudo e ensino. I. Camargo, Sérgio. II. Título.

CDD 530.07



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA

PARECER

Defesa de Dissertação de **IVALDO VICTOR LIMA BEZERRA**, intitulada “ANÁLISE DE PROPOSTAS DIDÁTICAS DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA”, para obtenção do Título de Mestre em Educação em Ciências e em Matemática.

De acordo com o Protocolo aprovado pelo Colegiado do Programa, a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo-assinados arguiu, nesta data, o candidato acima citado. Procedida à arguição, a Banca Examinadora é de Parecer que o candidato está **apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
Prof. Dr. Sérgio Camargo (orientador)		Aprovado
Prof. Dr. Sérgio Luiz Bragatto Boss		Aprovado
Prof. Dr. Eduardo Salles Barra		Aprovado

Curitiba, 03 de Junho de 2014.


Prof. Dr. Carlos Roberto Vianna
Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Educação em Ciências e em Matemática.



*A minha querida Fabiane. Você deixou seus sonhos para que eu sonhasse. Derramou
lágrimas para que eu fosse feliz. Você perdeu noites de sono para que eu dormisse
tranquilo. Acreditou em mim, apesar dos meus erros.*

Agradecimentos

Durante os anos em que me dediquei ao projeto desta dissertação, inúmeros foram os que colaboraram direta ou indiretamente para a sua realização.

A priori, agradeço a Deus por sua bondade em permitir que eu realizasse esse trabalho. Aos meus pais que sempre me incentivaram a seguir nesta longa jornada de estudos. A minha esposa e filhos que muito se sacrificaram para que eu pudesse ter o tempo necessário para estudar e escrever essas páginas.

Ao Prof. Dr. Sérgio Camargo, que participou ativamente de minha formação acadêmica e me acompanha desde a época em que fui bolsista do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência. Nesses últimos dois anos, tem-me orientado no mestrado de maneira muito atenciosa, sempre perspicaz em suas colocações. Agradeço por me ajudar a compreender a área de pesquisa em ensino de ciências, a formação de professores e as metodologias de ensino. Agradeço por juntos conseguirmos produzir e apresentar trabalhos em eventos regionais e nacionais, mas acima de tudo agradeço por sua grande amizade.

Aos professores Dr. Eduardo Salles de Oliveira Barra e Dr. Sergio Luiz Bragatto Boss, que muito contribuíram com sugestões e críticas para tornar este trabalho o mais harmonioso possível.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, do Setor de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, na pessoa do seu coordenador o Professor Dr. Carlos Roberto Vianna, pelo apoio recebido.

Ao colegiado do curso de Mestrado Acadêmico em Educação em Ciências e em Matemática, pela compreensão prestada nos momentos difíceis.

Aos Professores: Dra. Joanez Aparecida Aires, Dr. André Pietsch Lima, Dra. Ivanilda Higa, Dr. Nilson Marcos Dias Garcia, Dr. Jackson Gois da Silva e Dr. José Carlos Cifuentes Vasquez, pelas excelentes contribuições que cada um na sua especialidade plantou em meu coração.

Se acaso há outras pessoas, outros colaboradores aqui não mencionados, se hoje escapam da minha memória, contudo residem eternamente na minha gratidão.

Resumo

Em 2009, ao entrar em contato com o enfoque histórico e filosófico da ciência no ensino de física, muitas perguntas pairavam sobre minha mente: do que se trata essa área do conhecimento? Para o que ela serve? Como utilizá-la? Ao tentar responder a estas questões, encontrei uma área repleta de novas possibilidades para o ensino, que despertou minha curiosidade e me levou a escrever este trabalho. Minha hipótese inicial era que estudando a literatura especializada no tema compreenderia sua natureza. Foi exatamente o que fiz, obtendo algumas noções animadoras. Ao compartilhar minhas descobertas percebi que alguns colegas não compreendiam muito bem a decisão que tomei de dedicar-me a seu estudo, pois não tinham nenhuma experiência de utilização do enfoque. A fim de ajudar na busca por essa experiência, decidi procurar exemplos de intervenção didática de História e Filosofia da Ciência (HFC) presentes nos periódicos e eventos da área de ensino de ciências. O objetivo desta dissertação é analisar essas propostas buscando: reconhecer os benefícios que essa área de pesquisa pode trazer para os professores de física em sua prática de ensino, como ela pode ser utilizada em sala de aula, quais as dificuldades que se pode enfrentar e como podemos articular HFC com outros enfoques metodológicos. Cinco periódicos foram consultados: a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Física na Escola (FnE), Ciência & Educação (C&E) e a revista Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), e dois eventos: o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) todos da área de ensino de ciências. Os trabalhos foram separados por meio das palavras-chave, títulos e resumos. Foram selecionados 47 trabalhos produzidos nos últimos 40 anos que propõem: o uso adequado de textos históricos, seminários, reprodução de experimentos, dramatizações, debates e produção de texto. Embora o percentual das propostas encontradas seja baixo, as sugestões oferecidas são ricas, e conseguem responder minhas perguntas iniciais.

Palavras-chave: História da Ciência, Filosofia da Ciência, Ensino de Física, Propostas didáticas, Diálogo.

Abstract

In 2009, when in contact with the historical approach and philosophy of science in physics education, many questions hovered in my mind: what is this knowledge area? For what it serves? How to use it? In trying to answer these questions, I found an area full of new possibilities for teaching, which piqued my curiosity and prompted me to write this work. My initial hypothesis was that by studying the literature on the subject I would be able to understand its nature. It was exactly what I did, getting some encouraging notions. By sharing my discoveries, I realized that some colleagues did not understand very well the decision I made to devote myself to its study, because they had no experience of using the approach. In order to help in the search for the experience, I decided to look for examples didactic intervention of History and Philosophy of Science (HPS) present in journals and conferences in the area of science education. The objective of this dissertation is to analyze these proposals seeking: to recognize the benefits that this area of research can bring to physics teachers in their teaching practice, how it can be used in the classroom, what difficulties one may face and how we can articulate HPS with other methodological approaches. Five journals were consulted: the Brazilian Journal of Physics Teaching, the Notebook Brazilian Physics Teaching, Physics School, Science & Education and the journal Research in Science Teaching and two events: the National Symposium on Physics Education and Research Meeting on Physics Teaching all area of science education. The works were separated by means of keywords, titles and abstracts. I Selected 47 papers produced in the last 40 years that propose: the proper use of historical writings, seminars, playback experiments, role plays, debates and text production. Although the percentage of tenders found are few, the suggestions are rich, and can answer my initial questions.

Keywords: History of Science, Philosophy of Science, Physics Teaching, Proposals didactic, Dialogue.

Lista de Figuras

1	Clube Estudantil de Astronomia	16
2	Cúpula do Planetário José Lins do Rego	17
3	Detalhe do interior da cúpula, mostrando o Zeiss Spacemaster	18
4	Saga	22
5	Toth	23
6	Fillipo Salviati, do <i>Dialogo</i>	24
7	Retrato de Auguste Comte (1798-1857)	33
8	Retrato de George Sarton (1884-1956)	35
9	Retrato de James Conant (1893-1978)	38
10	Retrato de Thomas Samuel Kuhn (1922-1996)	40
11	Escola de Atenas, com Pitágoras em destaque	49
12	Retrato de Moritz Schlick (1882-1936)	51
13	Diagrama de camadas do conhecimento científico	59
14	Produção em HFC na RBEF de 1979 a 2013	70
15	A Persistência da Memória	76
16	Retrato de Martin Jesse Klein (1924-2009)	78
17	Produção em HFC no CBEF de 1984 a 2013	83
18	Produção em HFC na IENCI de 1996 a 2013	86
19	Produção em HFC na C&E de 1998 a 2013	89
20	Produção em HFC na FnE de 2000 a 2012	92
21	Produção em HFC no SNEF de 1970 a 2013	94
22	Produção em HFC no EPEF de 1986 a 2012	100

23	Quantitativo de Trabalhos e Propostas	101
24	Comparativo de Produção por Categoria	105
25	Conteúdo Abordado	106
26	Comparativo de propostas aplicadas por Estado	129
27	Amostra do livro <i>De Magnete</i>	133
28	Retrato de Herbert Butterfield (1900-1979)	138
29	Gravura do livro <i>Theorica Musicae</i> de 1492	142

Lista de Tabelas

1	Distribuição de Artigos de HFC na RBEF entre 1979 a 2013	71
2	Lista de Trabalhos Seleccionados da RBEF	72
3	Distribuição dos Artigos de HFC no CBEF entre 1984 a 2013	81
4	Lista de Trabalhos Seleccionados do CBEF	82
5	Distribuição dos Artigos de HFC na IENCI entre 1996 a 2013	84
6	Lista de Trabalhos Seleccionados da IENCI	85
7	Distribuição dos Artigos de HFC na C&E entre 1998 a 2013	87
8	Lista de Trabalhos Seleccionados da C&E	88
9	Distribuição dos Artigos de HFC no FnE entre 2000 a 2012	90
10	Lista de Trabalhos Seleccionados do FnE	91
11	Distribuição de Trabalhos de HFC no SNEF entre 1970 a 2013	93
12	Lista de Trabalhos Seleccionados do SNEF	95
13	Distribuição dos Artigos de HFC no EPEF entre 1986 a 2012	99
14	Lista de Trabalhos Seleccionados do EPEF	99
15	Conteúdo Abordado nas Propostas	107
16	Caracterização das Propostas	127
17	Trabalhos de HFC presentes na RBEF de 1979 a 2013	177
18	Trabalhos de HFC presentes no CBEF de 1985 a 2013	185
19	Trabalhos de HFC presentes na IENCI de 1996 a 2013	188
20	Trabalhos de HFC presentes na C&E de 1998 a 2013	194
21	Trabalhos de HFC presentes na FnE de 2000 a 2013	197
22	Trabalhos de HFC presentes no SNEF de 1970 a 2013	214

23	Trabalhos de HFC presentes no EPEF de 1994 a 2012	223
----	---	-----

Lista de Siglas

AAAS - American Association for the Advancement of Science
APA - Associação Paraibana de Astronomia
BSCS - Biological Science Curriculum Study
C&E - Ciência e Educação
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBA - Chemical Bond Approach
CBEF - Caderno Brasileiro de Ensino de Física
CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CEA - Clube Estudantil de Astronomia
CenDoTeC - Centro Franco-Brasileiro de Documentação Técnica e Científica
ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio
EPEF - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
FFCL - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras
FnE - Física na Escola
FUNBEC - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
GHTC - Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências
HFC - História e Filosofia da Ciência
HSS - History of Science Society
IAHS - International Academy of the History of Science
IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IENCI - Investigações em Ensino de Ciências
IES - Instituição de Ensino Superior
IFPB - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
IFUSP - Instituto de Física da Universidade de São Paulo
NdC - Natureza da Ciência
NSES - National Science Education Standards
LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
OCEM - Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PCN+ - Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIBID - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência
PNLEM - Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio
PREMEN - Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
PSSC - Physical Science Study Committee

RBEF - Revista Brasileira de Ensino de Física
SBF - Sociedade Brasileira de Física
SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SMSG - Science Mathematics Study Group
SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UNESP - Universidade Estadual Paulista
USP - Universidade de São Paulo

Sumário

1	Introdução	16
1.1	As Personagens	21
1.2	Prólogo	25
2	História, Filosofia e Ensino	30
2.1	História da Ciência e que História!	30
2.2	História da História da Ciência	32
2.2.1	George Sarton	34
2.2.2	Thomas Kuhn	39
2.2.3	A Epistemologia Kuhniana	42
2.2.4	A Pessoa certa na Hora certa no Lugar certo!	45
2.3	Filosofia da Ciência	48
2.3.1	A Natureza da Ciência	54
2.4	Contextualizando a Ciência em Sala de Aula	58
3	Pesquisa em Periódicos e Eventos	63
3.1	Um pouco sobre a Metodologia	64
3.2	Retomando o Diálogo sobre as Revistas	67
3.3	Artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física	69
3.4	Diálogo	73
3.5	Artigos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física	80
3.6	Artigos da Revista Investigações em Ensino de Ciências	83

3.7	Artigos da Revista Ciência & Educação	86
3.8	Artigos da Revista Física na Escola	89
3.9	Artigos do Simpósio Nacional de Ensino de Física	90
3.10	Artigos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física	98
4	Análise das Propostas Didáticas	102
4.1	As Categorias	102
4.2	Considerações sobre a Categoria 8	104
4.3	Epílogo	132
5	Conclusão	144
	Referências	151
	Bibliografia Consultada	157
	Apêndice A - Trabalhos da RBEF	161
	Apêndice B - Trabalhos do CBEF	178
	Apêndice C - Trabalhos da IENCI	186
	Apêndice D - Trabalhos da C&E	189
	Apêndice E - Trabalhos da FnE	195
	Apêndice F - Trabalhos do SNEF	198
	Apêndice G - Trabalhos do EPEF	215

1 *Introdução*

Há tempos tenho me dedicado ao estudo das ciências buscando uma compreensão maior de sua natureza. Confesso que a plena consciência desta busca é contemporânea, mas sempre esteve presente comigo. Esta minha jornada científica, creio eu, teve seu início na infância, nos primeiros anos da década de 1980. Bem próximo a minha residência, no Recife, existia um observatório astronômico dentro de um mosteiro católico, onde todas as quartas permitiam a entrada de visitantes para observações astronômicas. Lembro-me que havia ali um corredor com estantes de madeira, repletos de experimentos de física e alguns planetários que ilustravam o sistema solar e como ocorriam os eclipses e as fases da lua. Havia também um grande auditório onde o Padre Jorge Polman¹, mantenedor do espaço, dava suas palestras e cursos. Lá pude ouvir pela primeira vez nomes como: Claudio Ptolomeu, Nicolau Copérnico, Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton. O ponto alto da visita era quando íamos ao terraço fazer as observações com os telescópios do observatório, localizando e observando os planetas. Ficava encantado com todo aquele conhecimento e por diversas vezes fui até lá, acompanhar os grupos e ouvir as mesmas explicações.



Figura 1: Clube Estudantil de Astronomia
Fonte: Blog Pergaminho Científico

¹Padre Jorge Polman, era um autodidata, extremamente disciplinado e bastante tenaz. Tinha uma personalidade forte, e não era nada receptivo as crenças, principalmente aquelas associadas com as pseudociências, como por exemplo, a astrologia e a ufologia. O seu desenvolvimento com a astronomia em Pernambuco se deu quando era professor de ciências físicas e biológicas do antigo colégio São João localizado no bairro da Várzea, quando de posse de um telescópio newtoniano de quatro polegadas, trazido consigo da Holanda, iniciou determinadas práticas observacionais com seus alunos.

Meu pai tinha um velho binóculo que eu emprestava para observar o céu. Nas noites em que o observatório estava fechado, ficava imaginando encontrar cometas, estrelas ou galáxias. O Universo sempre me fascinou.

No ano de 1986 (estava com 10 anos) tivemos um grande evento astronômico a causar grande estardalhaço na região. Foi a passagem do cometa Halley. Era uma oportunidade única, pois ele só voltaria a terra novamente no ano de 2061. Nas lojas do Recife havia muita procura por lunetas além de uma imensa curiosidade sobre o evento e de como fazer para observá-lo. Minha mãe percebendo meu interesse me fez participar de um concurso, promovido por uma rede de combustíveis que premiava os melhores desenhos infantis sobre a passagem do cometa. Estávamos muito felizes e ansiosos com a situação.

Na noite de sua passagem o CEA estava lotado, mas apenas os associados do clube podiam entrar e acompanhar a chegada do cometa. Tentei observá-lo com o binóculo, mas percebi que este não era um equipamento adequado para observação, tive de me contentar com as imagens da televisão e as inúmeras reportagens sobre o evento.

Nesta época também havia muitos programas de televisão que costumava ver, tal como o seriado *Jornada nas Estrelas* e *O Túnel do Tempo*. Havia um em especial, que passava todos os sábados pela manhã que eu adorava assistir, era a série *Cosmos* de Carl Sagan, um clássico da divulgação científica que influenciou gerações.

Quando me mudei para a cidade de João Pessoa, um dos locais que guardo com carinho era o planetário do espaço cultural José Lins do Rego, onde pude simular minhas primeiras viagens espaciais. Elas eram a bordo de um Zeiss SpaceMaster², tecnologia que permite essa simulação.



Figura 2: Cúpula do Planetário José Lins do Rego
Fonte: APA

²Um projetor Planetário para cúpulas de médio porte, projetado por Carl Zeiss na Alemanha em 1970.

Ficávamos sentados em baixo da cúpula onde eram feitas as projeções do céu e a simulação de um passeio pelo sistema solar. Baseado na ideia que Sagan usou no seu programa, havia vários roteiros disponíveis com o privilégio de uma visão em 360°. Passei vários finais de semana de minha adolescência neste planetário.



Figura 3: Detalhe do interior da cúpula, mostrando o Zeiss Spacemaster
Fonte: APA

Ao terminar o ensino fundamental, por influência de um grande amigo da Igreja, ingressei na Escola Técnica Federal da Paraíba, hoje IFPB, ali permanecendo de 1991 a 1994. Iniciei meus estudos no curso de eletrotécnica, mas devido ao interesse que despertei pela eletrônica, obtive a habilitação profissional de Técnico Industrial em Eletrônica.

Foi no ensino médio que desenvolvi gosto pela física e pela tecnologia. Li muitas revistas de eletrônica e adorava montar circuitos como transmissores de FM, eliminadores de pilha e cheguei até a desenvolver, juntamente com amigos, um braço mecânico controlado por computador.

Tentei prosseguir meus estudos na Universidade, mas tive de enfrentar uma grande barreira, o vestibular. Nessa época o ensino superior era um privilégio para poucos. A maioria das vagas eram preenchidas por alunos das escolas particulares, os poucos alunos das escolas públicas que conseguiam entrar geralmente o faziam em cursos de segunda opção. Busquei inicialmente o curso de Engenharia Elétrica, e algumas tentativas em Informática. Foi somente em 2001, oito anos após concluir o ensino médio que finalmente consegui ser aprovado numa Universidade pública, agora na cidade de Ponta Grossa, no Paraná. Na UEPG permaneci por sete anos no curso de Bacharelado em Física, anos de muito estudo e dificuldades, pois encontrar o equilíbrio entre casamento, filhos, trabalho e estudos não foi uma tarefa fácil. Percebi que tinha que mudar, pois aquilo tudo não fazia

sentido para mim. Adorava assistir e participar das aulas, mas não conseguia alcançar as notas mínimas exigidas, fui então impedido de continuar.

Mudei de cidade, de Universidade, mas principalmente de atitude, frente aos estudos. Em 2008 agora na UFPR estava cursando Licenciatura em Física. Tive um bom desempenho nesta instituição. Além de entrar em contato com outras disciplinas, pude participar de dois projetos de pesquisa que marcaram positivamente minha vida, o Programa Licenciar³ em 2009 e o PIBID⁴ em 2010.

Estes programas me ajudaram a: decidir ser professor, interessar-me pela leitura, concluir minha graduação, conhecer a pesquisa em ensino de ciências, participar de eventos de ensino e buscar a especialização.

Lembro-me que durante os últimos anos da graduação, imergindo no ambiente escolar, conheci a Biblioteca do Professor, desdobramento do Programa Nacional Biblioteca da Escola, do Ministério da Educação.

Comecei a ler livros, disponíveis nos colégios da rede estadual de ensino. Alguns títulos são: “*Convite à Física*” de Yoah Bem-Dov, “*Gigantes da Física*” de Richard Brennan, “*A Matéria: uma Aventura do Espírito*” de Luiz Carlos de Menezes, “*Breve História de Quase Tudo*” de Bill Bryson, etc. Fiquei impressionado com a qualidade deles e como conseguiam falar da Física de uma forma simples e ao mesmo tempo profunda. Recordei os sentimentos que me fizeram amar as Ciências, sobretudo a Astronomia. Certo dia encontrei o livro “*Origens e Evolução das Ideias da Física*” de José Fernando Rocha que abriu os olhos de meu entendimento e me despertou para uma mudança metodológica no ensino da física. Essa mudança tinha a finalidade de dar maior significado ao conteúdo através da contextualização histórica.

Como se vê, o conhecimento de História da Ciência é de grande importância para se entender os seus conceitos fundamentais. Certamente a História da Ciência e em particular a História da Física poderão contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula desta disciplina, onde, às vezes, fórmulas e equações são recitadas sem que muitos possam apreender o que significam (ROCHA, 2002, p.185).

Confesso que, após algum tempo essas ideias ficaram latentes em minha mente, não podia me dedicar a elas por precisar vencer as últimas disciplinas da graduação.

³O objetivo do Licenciar é apoiar ações que visem o desenvolvimento de projetos voltados à melhoria e qualidade do ensino nos cursos de licenciaturas da UFPR.

⁴Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência é uma iniciativa para o aperfeiçoamento e a valorização da formação de professores para a educação básica. O programa concede bolsas a alunos de licenciatura participantes de projetos de iniciação à docência desenvolvidos por Instituições de Educação Superior em parceria com escolas de educação básica da rede pública de ensino.

Após o término dos estudos da graduação e, sobretudo durante o período de estágio me deparei com uma situação alarmante. Presenciei professores sem comprometimento, desmotivados e que de alguma forma perderam a noção da sua importância como educadores, presos a uma prática incoerente com a nova realidade escolar.

Senti um aperto no peito ao ver cenas como, por exemplo: aulas onde o tempo era usado para falar de outros assuntos que não os da disciplina, alunos forçados a ficarem aulas seguidas resolvendo (transcrevendo para ser exato) exercícios, sem um devido acompanhamento.

Isso me fez repensar um pouco o ambiente que estava adentrando e o que poderia fazer para melhorar a situação. Uma das primeiras ações que fiz foi retomar as aulas, passar o conteúdo da disciplina mesmo que sem muita experiência de docência. Isso já surtiu um bom efeito, percebi que os alunos, desde que estimulados, são muito interessados em entender a natureza, mas a prática tradicional, em certo sentido, impede o desenvolvimento do ensino contextual devido à matematização excessiva e dos poucos recursos didáticos disponíveis.

Minha segunda ação foi trazer um pouco do experimental para a aula, experimentos simples como jogar limalha de ferro em torno de um ímã para ilustrar os efeitos do campo magnético, instiga-los ao entendimento desse fenômeno. Fazer uso do laboratório foi minha terceira ação. Propicie o trabalho com aparelhos elétricos e a montagem de circuitos, para os alunos comprovarem as leis e consolidarem os conceitos vistos na teoria.

Todas essas ações foram muito boas, mas sentia que ainda faltava algo que pudesse unir melhor o teórico e o prático, que despertasse neles o questionamento e as relações com o cotidiano, isso só foi possível quando conheci e apliquei o enfoque histórico e filosófico da ciência, uma das estratégias utilizadas no ensino de física que combinou todos os meus anseios pré e pós-graduação.

Fiquei encantado ao ler os trabalhos do grupo carioca Teknê⁵, formado pelos professores: Marco Braga, Andreia Guerra e José Claudio Reis, que trabalham nessa temática desde os anos de 1990 na educação básica. Meu gosto natural por história e filosofia, aliado as sugestões de docência deste grupo, tornou possível a composição de aulas contextualizadas.

Busquei estudar essa abordagem, bem como sua inter-relação com outros enfoques metodológicos de ensino de ciência a que tive contato durante o período de iniciação a docência.

⁵O TEKNÊ é um grupo de estudos e intervenção educacional que procura desenvolver projetos no campo da difusão de ciência e tecnologia. Para mais informações acessar o endereço eletrônico: <http://www.tekne.pro.br/>

Determinados conteúdos do currículo são ensinados de forma privilegiada quando utilizado um enfoque adequado. Acredito no enfoque histórico e filosófico da ciência como uma metodologia capaz de potencializar a aprendizagem de nossos alunos a obter uma compreensão maior da disciplina, mas entendo também que ela não resolve todos os problemas do ensino. Penso que sua articulação com outras metodologias e a atitude auto avaliativa pode mostrar novos caminhos ao professor na construção de sua prática forte de ensino.

Essa certeza, bem como todo esse caminho que percorri me levaram a pós-graduação e a continuidade do interesse em HFC e suas contribuições para o ensino de física. Desde o projeto de pesquisa até a conclusão deste trabalho o intensão foi sempre esta. É meu sincero desejo entender este tema para poder discorrê-lo, tendo conclusões sérias a seu respeito.

1.1 As Personagens

Durante o processo de criação desta dissertação, pensamos (eu, meus botões e meu orientador) de que forma seria mais apropriado apresentar o tema. Nossa ideia foi de usar a mesma estratégia que Galileu Galilei utilizou em 1632 ao escrever o *Diálogo sobre os dois grandes sistemas universais*. Publicado em Florença, na Itália, este livro é considerado como uma das obras que marcaram a revolução científica.

Essa obra trouxe um grande problema para Galileu⁶. A Igreja não só condenou a obra como proibiu Galileu de lecionar as novas concepções de modelos explicativos de Universo. Não que estejamos destinados as mesmas sanções por defender novas metodologias como a inserção da HFC no ensino de física, mas um diálogo a esse respeito nos conduz a muitas possibilidades interessantes.

No trabalho original, o sarcasmo e a criatividade de Galileu levaram-no a elaborar um bem-comportado diálogo entre três personagens. No prólogo desta história começaremos a conhecer as personagens deste novo diálogo: Saga, Toth e Salviati, professores de Física que buscam entender e aplicar o enfoque histórico e filosófico da ciência em sala de aula.

Durante a leitura desta dissertação estaremos alternando a fala destes professores com as do próprio autor, para com isso desenvolver uma reflexão mais profunda, buscando entender a natureza interdisciplinar do tema.

Neste contexto, Saga representa o *alter ego* deste autor. Seu nome é uma referência a deusa da mitologia nórdica das histórias e dos poemas épicos, pois é ela quem apresenta

⁶Por contrariar a visão tradicional do mundo e por ironizar o Papa Urbano VIII, este livro foi incluído no *Index Librorum Prohibitorum*, permanecendo na lista até 1824 (GHTC).

a possibilidade do uso da HFC no ensino.



Figura 4: Saga
Fonte: Google Images (2012)

Invocar Saga ajuda a compreender e relembrar o passado, descobrir e aprender fatos culturais e históricos das culturas antigas e preservar o legado dos nossos ancestrais. Saga era reverenciada como a padroeira dos poetas, escritores, historiadores, arqueólogos, antropólogos, contadores de histórias e educadores (FAUR, 2007, p.117).

Já o professor Toth é uma referência ao deus egípcio da sabedoria, atributo geralmente presente em pessoas mais experientes. Ele tem muito da fala dos professores que se opõem a mudanças na metodologia tradicional. Personagem importante do diálogo para arrazoar sobre nosso tema.

Salviati é um professor universitário que influenciou e motivou Saga na busca e no entendimento de uma metodologia diferenciada de ensino. Ele trará um pouco da visão acadêmica e das controvérsias entre os próprios pesquisadores. É de grande importância atentar para as falas deste personagem porque elas irão mostrar várias dificuldades que os professores enfrentam ao utilizarem a HFC no ensino.

O nome Salviati é uma alusão ao personagem de mesmo nome utilizado por Galileu para representá-lo no *Diálogo*, na qualidade de defensor do sistema copernicano.

Este diálogo estará ocorrendo simultaneamente ao desenvolvimento desta pesquisa, que visa analisar os artigos de intervenção didática de conteúdo histórico e filosófico sobre a ciência, publicados em alguns dos periódicos e eventos da área de ensino de ciências.

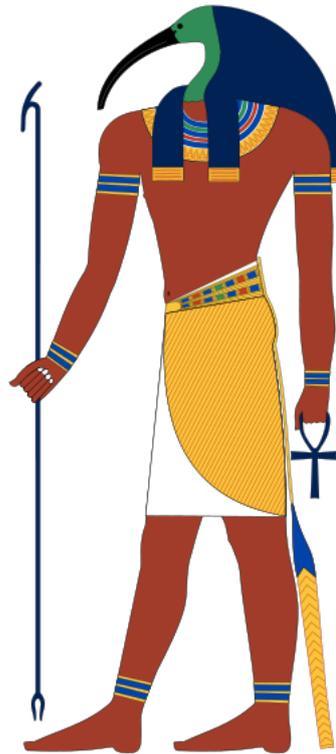


Figura 5: Toth
Fonte: Wikipédia (2012)

O objetivo desta análise é reconhecer os benefícios que essa área de pesquisa pode trazer para os professores de física em sua prática de ensino, identificando os parâmetros presentes nestas propostas no intuito de aprender como reproduzir e/ou elaborar uma nova proposta coerente com esse método de ensino interdisciplinar. Também entender as dificuldades que se pode enfrentar e como podemos articular HFC com outros enfoques metodológicos. Em suma, deseja-se conhecer melhor esta área de pesquisa através de sua produção literária.

Muitas das ideias apresentadas em todo este trabalho são oriundas das palestras, livros, entrevistas, artigos e cursos de história da ciência que chegaram até mim e que de algum modo me tocaram. Agora tenho a oportunidade de compartilhar conhecimentos, meus sentimentos e impressões a esse respeito.

Após esta introdução, veremos no próximo capítulo um recorte sobre a história da ciência, sua formação como disciplina autônoma bem como sua trajetória até nossos dias. Conheceremos algumas pessoas importantes dessa área como: Auguste Comte, George Sarton e Thomas Kuhn.

Também será feito outro recorte sobre a filosofia da ciência. Nele discutiremos suas contribuições, sua história, relações e contradições. Em especial veremos a formação



Figura 6: Filippo Salviati, do *Dialogo*
Fonte: Wikipédia (2012)

do chamado círculo de Viena e suas ideias. O positivismo lógico de Moritz Schlick e colaboradores. Também estudaremos como uma nova tradição filosófica se estabeleceu com a publicação do livro “*A Estrutura das Revoluções Científicas*” e da importância que hoje se dá ao ensino da natureza da ciência.

A escrita deste capítulo inicial é um esforço próprio para compreensão destas áreas, sua formação, seus objetos de pesquisa e como podemos utilizar da produção destas para desenvolver possíveis estratégias de ensino. Na seção 2.4, por exemplo, procuro mostrar uma das maneiras de utilizar HFC no ensino de física, inspirado nos trabalhos do grupo carioca Teknê. Também busco relacionar os diversos benefícios e desafios da HFC.

Retomamos o diálogo no capítulo 3 sobre a busca nos periódicos e eventos de pesquisa e ensino de física, revelando por meio de uma análise quantitativa toda a produção em HFC ali contidos, apresentando tabelas e gráficos mostrando as tendências desta produção ao longo dos últimos 40 anos. É feito também a seleção das propostas didáticas que objetivam a inserção de HFC no ensino de física.

No capítulo 4 faremos uma análise qualitativa das propostas, identificando com propriedade os elementos, as categorias e as sugestões de ensino. Será apresentado os conteúdos físicos trabalhados nessas propostas e o objetivo que os autores tinham em mente no uso

car????????????? rrsrrsrrsr *[sic]*”.

Renan: “Não gosto por ser uma materia complicada eu ainda não encontrei um professor que saiba explicar a física acho que nem eles entende a física estão lá para ganhar o seu salário na custa dos alunos na minha opinião precisam ter mais profissionais que saiba explicar a materia por enquanto só encontrei merda *[sic]*”.

Yanna: “Simplismente por que eu não entendo nada de nada! somente por isso odeio, mais eu acho muito bonito quem é craque em física , meu professor mesmo é um crânio , acho que era nerd quando estudava haha! FÍSICA EU TE ODEIO *[sic]*”.

Puxa! Que professores ou experiências negativas esses alunos foram submetidos para fazerem tais declarações? É bem verdade que de onde estas foram retiradas era esperado encontrar indivíduos desgostosos com a disciplina, entretanto as justificativas apresentadas, de certa forma, nos dão algumas indicações de problemas na prática docente.

Todos se queixam da complexidade da disciplina. A forma como os modelos matemáticos são trabalhados no discurso dos alunos parece não ser adequado. Também não há uma percepção da importância do conteúdo, talvez por não relacioná-lo com problemas do cotidiano. Enfim, faz-se necessário buscar estratégias de ensino capazes de conferir significado desse conteúdo para os discentes. Desta forma utilizando metodologias diferenciadas acredito ser possível mudar o quadro de desinteresse ou aversão pelo conteúdo científico.

Antes de prosseguirmos gostaria de me apresentar. Meu nome é Saga, sou uma professora de física recém-formada e trago comigo um pouco dessas questões, vivo esse dia-dia da escola e as constantes reclamações e comentários dos alunos. Agora gostaria de relatar a vocês alguns dos diálogos que tive com meus colegas de profissão, o professor Toth e o professor Salviati, ambos com bem mais experiência no ensino de física.

Este diálogo que tivemos durante a hora-atividade⁸ nos levou a conclusões surpreendentes acerca do ensino de Ciências e gostaria muito de compartilhá-lo com vocês.

O objetivo desse diálogo é evidenciar vários dos problemas enfrentados pelos professores de física da educação básica: a dificuldade de aprendizagem dos alunos, o recorrente comentário de ser uma disciplina difícil refletido no baixo desempenho e que seu estudo não faz sentido algum. Também pretendo mostrar como enfrentar estes problemas através de uma das áreas de pesquisa em ensino de ciências, o enfoque histórico e filosófico da ciência.

O diálogo é fictício, mas poderia muito bem estar ocorrendo dentro do ambiente escolar, dados as circunstâncias propostas.

⁸Período da jornada de trabalho dedicado à preparação de aulas e às demais atividades fora da sala.

Saga: Professor! Gostaria que me ajudasse a entender algo.

Toth: Pois não minha jovem, em que posso ser útil?

Saga: Como o senhor já sabe, eu estou começando minha carreira docente e tenho me esforçado muito para melhorar minhas aulas. Contudo, percebo que os alunos não se interessam pela física.

Toth: Ah! entendo muito bem seus sentimentos. Enfrento isso há mais de vinte anos!

Saga: E como o senhor vem lidando com isto?

Toth: No início é natural a gente se sentir incapaz. Eu mesmo tive muita dificuldade, não conseguia me expressar direito, era como se eu estivesse falando em outro idioma, mas com o passar do tempo fui aprendendo a lidar com os alunos, aprendi a me impor, a utilizar melhor os recursos didáticos de maneira que minhas aulas foram pouco a pouco se aprimorando. Creio que com paciência você vai conseguir também superar essa fase.

Saga: Sei que tenho pouca experiência, mas fico pensando o que poderia fazer para ajudar os alunos a terem um maior interesse pela aulas.

Toth: O problema é que hoje em dia nossos alunos não querem nada com nada, eles são desinteressados. Pergunta para os outros professores o que eles acham dos alunos, você vai ouvir as mesmas reclamações.

Saga: Mas professor, eu estava pensando e senti que poderíamos tentar mudar nossas estratégias de ensino.

Toth: Olhe! Em algumas aulas tenho trazido experimentos simples para trabalhar conceitos físicos, em geral eles gostam.

Saga: Isso é bom, também gosto de trabalhar com experimentos. Entretanto quando pensei em uma metodologia diferenciada estava me referindo ao enfoque histórico e filosófico da ciência para o ensino de física. Segundo alguns professores que tive na universidade essa área de pesquisa vem se mostrando bastante útil para a contextualização da disciplina.

Toth: Hum... legal, eu acho que já li algo a respeito, mas como seria isso? Seria semelhante a uma aula de história?

Saga: Eu ainda não me aprofundei no assunto, mas pelo que me lembro, seria a utilização de elementos da história que se relacionam com o conteúdo da aula. Isto mostra que o assunto estudado tem uma origem, um desenvolvimento que busca responder a algum questionamento importante da época. O ensino de física por este método pode trazer o aluno para mais perto da gente.

Toth: Ah! Como a história da queda da maçã que influenciou Newton a escrever sobre a gravitação? Ou do problema da coroa do rei Hirão que Arquimedes ajudou a resolver?

Saga: Mais ou menos! As aulas não devem ser focadas somente nas equações matemáticas e suas aplicações ou em lista de exercícios. Precisam fazer sentido para o aluno, eles têm que entender o contexto em que viviam os cientistas e porque escreveram sobre determinados assuntos científicos.

Toth: Mas aula de física sem exercícios! Os alunos iriam estranhar bastante, o pessoal do último ano, por exemplo, só querem que eu fique resolvendo as questões do ENEM e do vestibular.

Saga: Mas acho que isso está errado! Temos que ensinar uma física conceitual, sei que aulas de exercícios são importantes, mas dedicar a maior parte do tempo nelas passa uma visão distorcida da nossa disciplina, não acha?!

Toth: É, mas a realidade da escola é essa Saga. Não dá para a gente sair por aí querendo mudar tudo de uma hora para outra.

Saga: Eu sei, também não tenho essa pretensão. O que gostaria é experimentar, e ver o que acontece. Qual a viabilidade da história da ciência nas nossas aulas.

Toth: Entendo, mas veja, não preparo aulas há anos! Teria que refazer meus planos de aula para adequá-los a sua história da ciência. Não tenho tanto tempo assim.

Saga: Que tal estudarmos juntos? Poderíamos usar nossa hora-atividade para isso.

Toth: Hum... Não digo que sim nem que não. Vou ponderar a respeito. De que forma a professora pretende começar?

Saga: Suponho que se procurarmos nas revistas de ensino de física, provavelmente encontremos artigos que exemplificam o uso de HFC em sala de aula. Depois poderíamos planejar sua utilização aqui no colégio.

Toth: Entendi, já faz tempo que não me interessava por novas estratégias de ensino. Você tem revistas que falam disso?

Saga: Posso separar umas revistas que tenho para lermos na nossa próxima hora-atividade.

Toth: Quais são as revistas?

Saga: Tenho alguns exemplares da *Ciência & Educação*⁹ (C&E) e toda a coleção da *Revista Brasileira de Ensino de Física*¹⁰ (RBEF) pode ser acessado da internet.

⁹Que pode ser acessado em <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/>

¹⁰Através do link <http://www.sbfisica.org.br/rbef/edicoes.shtml>

Toth: Olha, eu não gosto de ler textos na tela do computador! Não podíamos conseguir os exemplares impressos em alguma biblioteca?

Saga: Posso fazer uns empréstimos, os impressos que conseguir eu trago e os entrego a você. Os outros deixa que eu leio on-line, não tenho problemas em ler no computador.

Toth: É porque você ainda é jovem! Quando chegar à minha idade garanto que não vai mais conseguir ler direito.

Saga: Ora isso é questão de adaptação! Hoje há tantas plataformas diferentes de leitura que é possível que você acabe gostando de alguma.

Toth: Não mesmo! Deixe-me com meus papéis que assim eu fico mais feliz. Há propósito, eu me lembro de ter lido alguma coisa de filosofia e história da ciência na revista *Física na Escola*¹¹ (FnE), também no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*¹² (CBEF).

Saga: Olha aí, aos poucos vamos encontrando outras fontes. Outro periódico que conheço onde podemos também pesquisar é a *Investigações em Ensino de Ciências*¹³ (IENCI), pesquisando todos esses exemplares é possível fazermos um panorama das propostas didáticas que aparecem nessas revistas e decidir posteriormente como planejar nossas próprias aulas.

Toth: Com calma, ainda não sei, semana que vem te dou uma resposta, tá bom?

Saga: Tá bom, mas caso tenha uma folga dê uma olhadinha nas revistas que você tem em casa, ok?!

Continua...



¹¹Para quem gosta de leitura virtual e possível acessá-las no endereço <http://www.sbfisica.org.br/fne/>

¹²Edições disponíveis no site <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica>

¹³Cujo link de acesso é o <http://www.if.ufrgs.br/ienci/>

2 História, Filosofia e Ensino

Nosso trabalho agora consiste em fazer um recorte de duas grandes áreas do conhecimento humano: a História e a Filosofia e como a junção destas duas possibilitou o surgimento de uma terceira área de estudos conhecida como HFC. Objeto de interesse de programas de pós-graduação, tanto em Filosofia como em Educação em Ciências, que se dedicam ao estudo dessa linha de pesquisa como a epistemologia e o ensino de ciências e matemática que busca estruturar estratégias de ensino e aprendizagem em seu campo de atuação.

2.1 História da Ciência e que História!

Escrever sobre história da ciência é algo bem motivador, pois como enfatizei no subtítulo “e que história!” Ela é surpreendente!

O estudo da história da ciência nos possibilita trabalhar o conhecimento científico relacionado com outras circunstâncias presentes ao seu redor. Por exemplo: sociais, filosóficas e religiosas. O filósofo, o cientista o pesquisador antes de tudo está imerso num tempo e espaço que influencia seu trabalho.

Quando lemos textos históricos, originais, percebemos que nosso cientista é humano, cheio de dúvidas e hesitações. Estes textos nos possibilitam uma visão mais ampla e complexa da ciência e de seus desenvolvedores. Passamos a conhecer a época em que teorias foram desenvolvidas, qual foram as motivações, e o mais intrigante, porque pessoas inteligentes resistiam as mudanças, as novas tendências ou inovações, preferindo defender uma visão de mundo que para nós soa obsoleta?

É possível observar isto e muito mais ao estudar a história da ciência. Percebemos e testemunhamos mudanças conceituais em nós mesmos. Algo semelhante ao que Thomas Kuhn propõe no seu método hermenêutico para a história da ciência.

Ao ler as obras de um importante pensador, olhe primeiro para os absurdos aparentes no texto e pergunte-se como uma pessoa sensata poderia tê-lo escrito. Quando você encontrar uma resposta, quando essas pas-

sagens fizerem sentido, então você perceberá que as passagens centrais, que você pensou ter entendido, mudaram seu significado (KUHN apud MARCUM, 2005, p.9).

Lemos no primeiro artigo do professor João Zanetic na RBEF a preocupação em fazer chegar essa verdade aos alunos, que constroem sua visão da ciência pelo que é apresentado nos manuais e livros-texto, chamadas por ele de “fontes autorizadas” e que estes mostram uma visão diferente.

No referido artigo ele até se pergunta que implicações teriam na formação de um jovem cientista se além de toda a bagagem teórica e experimental do curso de graduação ele também se deparasse com discussões do tipo:

Se Michelson, famoso pela experiência que leva seu nome ao lado de Morley, apresentado nos textos didáticos como cientista importante no estabelecimento da teoria da relatividade, tinha ficado muito triste pelo fato de seu trabalho “ter iniciado aquele monstro” (ZANETIC, 1980, p.94);

Que Einstein, embora reconhecesse a importância do algoritmo desenvolvido pela mecânica quântica, rejeitava partes de sua fundamentação desenvolvida pela chamada “escola de Copenhague¹”;

Eis algumas frases atribuídas a Einstein: “Você sabe que eu estou em completo desacordo com os meus colegas sobre a mecânica quântica”; “na teoria quântica eu estou na oposição”; “A mecânica quântica é um atalho brilhante que evitou com sucesso muitas das dificuldades e o trabalho árduo que uma teoria correta final deve enfrentar e resolver” (ZANETIC, 1980, p.96).

A famosa frase de Planck: “uma nova verdade científica não triunfa convencendo seus oponentes e fazendo com que vejam a luz, mas porque seus oponentes finalmente morrem e uma nova geração cresce familiarizada com ela” ou esta frase de Darwin: “A principal causa de nossa natural relutância em admitir que uma espécie dê origem a outras e distintas espécies, é que somos sempre lerdos em aceitar qualquer grande mudança que não nos deixe claro seus passos intermediários... embora eu esteja completamente convencido da verdade de minhas ideias apresentadas neste volume... eu não espero de maneira alguma convencer experimentados naturalistas que têm suas mentes estocadas com uma multidão de fatos vistos, durante longos anos, de um ponto de vista diametralmente oposto ao meu... olho com confiança para o futuro, para jovens naturalistas, que serão capazes de olhar ambos os lados da questão com imparcialidade” (ZANETIC, 1980, p.95).

¹A interpretação de Copenhague é uma tentativa de explicar as formulações matemáticas da mecânica quântica e os resultados experimentais correspondentes. Ocorreu no período de 1924 a 1927 com a participação de Niels Bohr, Werner Heisenberg e outros.

Estas discussões permitem transmitir uma visão mais coerente da ciência, favorecendo sua problematização. Toda atividade humana é suscetível a erros e acertos, ela está intimamente ligada a visão de natureza e de mundo de sua época.

A inserção da história da ciência em sala de aula trará o benefício desses debates, podendo causar fortes impressões sobre os alunos e facilitando sua aprendizagem.

Como toda boa história possui um vilão, não seria diferente com a história da ciência. Se perguntássemos a Galileu Galilei quem seria este vilão, muito provavelmente ele diria serem alguns membros da Santa Sé. Já para Isaac Newton poderia muito bem ser Robert Hooke, para Albert Einstein a teoria quântica. Enfim, podemos dizer que nossa própria natureza humana e seus reflexos na cultura, nas instituições e nas pessoas é a personificação desse vilão, impedindo, temporariamente, nosso entendimento da essência da ciência.

Mas seja como for, por rupturas como afirmava Gaston Bachelard, por revoluções científicas como diria Thomas Kuhn ou por conjecturas e refutações segundo Karl Popper, a ciência consegue atingir novos estágios de desenvolvimento.

2.2 História da História da Ciência

Como todas as áreas do conhecimento, a história da ciência também tem a sua história. Na academia ela já é considerada uma “velha senhora”, disciplina centenária, nascida como história geral das ciências. Entretanto podemos identificar relatos descritivos e análises de história da ciência em praticamente todas as épocas do desenvolvimento científico. Estes revelam a noção de ciência da época bem como seu conceito histórico característico.

Inicialmente tínhamos uma ciência unida às humanidades, não havia uma distinção entre ciência e filosofia, por exemplo. Isto se dá no século XVII, como consequência direta da revolução científica iniciada por Galileu e de todo o contexto do renascimento cultural, da imprensa e da reforma protestante.

A partir do século XIX com a crescente especialização e profissionalização da ciência e a obtenção do status de conhecimento “certo e seguro”, é que se observa as separações: da ciência e da filosofia, da física e da metafísica, da química e da alquimia, da história da civilização e da teoria da história, etc.

Estudiosos como Ernest Mach, que escreveu sobre a história da mecânica. Os químicos Marcellin Berthelot e Wilhelm Ostwald que desenvolveram intensa atividade em história e filosofia da ciência contribuindo para a preservação da memória científica. O matemático Paul Tannery com a história da matemática e o físico Pierre Duhem e sua história da

astronomia, defendiam uma concepção positivista, ou seja, que nenhuma proposição das ciências naturais é admissível se não for possível verificá-la empiricamente. Todos eles eram historiadores da ciência e se utilizavam da metodologia histórica para estudá-la.

Aqui gostaria de abrir um parêntese. Naquela época, em geral, não haviam historiadores da ciência profissionais. Eram cientistas, filósofos, engenheiros e pessoas de outras áreas que gostavam de escrever sobre a história da ciência. Apesar disso o trabalho desses estudiosos atingiu o seu ápice no programa de história da ciência positivista de Auguste Comte, outro entusiasta da ciência, que procurou descrever a ciência sem a presença de elementos extra-humanos ou sobrenaturais. Era uma história da ciência sintética, de caráter disciplinar, objetivando a ordem das ciências e suas relações com a cultura e a sociedade.



Figura 7: Retrato de Auguste Comte (1798-1857)
Fonte: Wikipédia (2012)

Para Comte, a ciência é o resumo do conhecimento positivo. O último estágio das três fases do conhecimento humano, à saber: o conhecimento teológico, o conhecimento metafísico e o conhecimento positivo. Entendia que o progresso da ciência era um processo cumulativo, derivado da aplicação do método científico. A história resume-se aos “*gênios solitários da ciência*” e seus feitos heroicos, crônicas que descrevem apenas os fatos de forma linear, sem espaço para o contraditório.

Em 1832 Comte sugeriu a criação de uma cátedra da disciplina de história da ciência

no *Collège de France*, tal foi a impressão causada pela história na sua concepção ideal de mundo. Mas foram necessários sessenta anos de espera até finalmente ser criada a cátedra sendo ocupado por um de seus discípulos, Pierre Laffite, posição que ocupou até sua morte em 1903.

O sucessor natural para a cátedra seria Paul Tannery², mas por questões de ordem política, e contrariando as recomendações dos doutores do *Collège de France* e da *Académie des Sciences*, o ministro da educação optou por outro candidato. Em declaração posterior diria Tannery que “a França ainda não está preparada para uma história da ciência amadurecida” (apud SIMÕES, 2010, p.5).

Foi também na França, no ano de 1900, na cidade de Paris que ocorreu o I Congresso Internacional de História da Ciência, a partir deste evento pioneiro são criadas as primeiras sociedades dessa especialidade na Europa.

2.2.1 George Sarton

George Sarton nasceu em 31 de agosto de 1884 na cidade de Gent na Bélgica. Foi um químico e historiador da ciência que fortemente influenciado pelas ideias positivistas de Comte e Tannery conseguiu fazer da história da ciência uma disciplina profissional. Considerado como um dos fundadores desta disciplina.

Seus estudos iniciaram em 1902 na faculdade de filosofia da Universidade de Gent. Apesar de boas influências ele acabou abandonando seus estudos em 1904. Após um ano de leituras e reflexões, retorna a universidade só que agora na faculdade de ciências.

Sobre essa mudança ele posteriormente escreve no seu diário: “Espero, assim, tornar-me mais do que um escritor de belas frases e trazer a minha contribuição para o progresso das ciências” (apud GARFIELD, 1985, p.114).

Os estudos de Sarton incluíam química, cristalografia e matemática. Ele recebeu o título de doutor em ciências em 1911 pela tese em mecânica celeste intitulada *Les Principes de la Mécanique de Newton*.

A invasão alemã a Bélgica e todos os desdobramentos da Primeira Guerra Mundial, iniciada em 1914, força a saída da família Sarton para a Inglaterra primeiramente e em seguida para os Estados Unidos da América. Lá encontra um ambiente propício para o desenvolvimento de sua pesquisa.

Sarton foi o autor de inúmeras obras importantes da área, incluindo os três volumes totalizando 4.236 páginas, do intitulado “Introdução à História da Ciência”, que muitos

²Paul Tannery (1843-1904) foi um matemático e historiador das ciências francês considerado como o verdadeiro fundador do moderno movimento da história da ciência.



Figura 8: Retrato de George Sarton (1884-1956)
 Fonte: IAHS (2012)

ainda consideram uma das obras mais ambiciosas e definitivas do campo. Sarton também fundou a principal revista da área, *ISIS*, que editou durante quarenta anos. Mas, apesar da importância que Sarton depositou na história da ciência, ele considerava a disciplina um meio, não um fim.

O texto intitulado *L'histoire des sciences* escrito por ele no primeiro volume da revista *ISIS* é um extenso manifesto da disciplina. Tratado como um novo humanismo, com condições para transformar o cientista num verdadeiro cidadão. Escrevia então:

A história da ciência tem por objetivo estabelecer a gênese e o encadeamento dos fatos e ideias científicas, tendo em conta todas as interações intelectuais e todas as influências que o progresso da civilização coloca constantemente em jogo. Desta definição resulta imediatamente que a única forma racional de “*dividir*” a história da ciência é de dividi-la não por país, nem por área científica ou de outra maneira qualquer, mas de dividi-la apenas por épocas (...) a história da ciência tem também uma utilidade de ordem moral. Mas a história das superstições e dos erros não nos deve fazer perder de vista que, apesar de tudo, é a história das verdades, das verdades mais completas e mais elevadas, que nos interessa principalmente (...) enfim, a história da ciência – como a história geral – é um instrumento de cultura. Familiariza-nos com a ideia de evolução e de transformação contínuas das coisas humanas, faz-nos apreender o carácter relativo e provisório de todos os nossos conhecimentos, afia o nosso julgamento, faz-nos aprender que se todas as audácias forem permitidas à humanidade no seu conjunto, a parte de cada um de nós na obra coletiva é sumamente pequena, devendo os maiores de nós per-

manecer modestos. A História da Ciência contribui para formar sábios que não sejam apenas cientistas, mas sejam também homens e cidadãos (SARTON, 1913, p.3).

Sarton entendia muito bem a complexidade do relato histórico e sua função de esclarecer a origem das ideias científicas. Entretanto ele possuía uma concepção de ciência evolucionária, cumulativa e enaltecia o coletivo dessa construção, e não este ou aquele cientista. Também não tinha interesse em mostrar os erros ou fracassos da ciência que, como veremos mais adiante passará a ser o foco dos estudos históricos.

O objetivo final de Sarton foi uma filosofia integrada à ciência que preencheu a lacuna entre as ciências e as humanidades, um ideal que chamou de “*novo humanismo*”. As forças e ideias que moldaram este estudioso idealista eram uma confluência única de sua educação burguesa do Velho Mundo e as experiências da ocupação alemã durante a Primeira Grande Guerra.

Além de inúmeras palestras ministradas nas universidades americanas, Sarton foi professor da Universidade George Washington e da Universidade de Harvard, na disciplina de história da ciência, que ele próprio ajudou a criar. Paralelamente a ISIS continuava a circular tornando-se em 1924 a revista oficial da *History of Science Society*, organização recém-criada no país.

Os reflexos da crise econômica de 1929 foram sentidos também no campo da história da ciência, notadamente a crítica dos pesquisadores de tendências ideológicas de esquerda, sobre a atuação social da ciência e tecnologia. Um destes pesquisadores foi o cientista britânico John Desmond Bernal, que sintetizou essa crítica no livro “*Science in History*”, segundo Shozo Montoyama (2011, p.5) trata-se de: “uma obra monumental, cerca de 1500 páginas, contendo uma interessante análise de cunho marxista, ainda não superada do ponto de vista da história social da ciência”.

Outra crítica foi elaborada pelo historiador e filósofo britânico Herbert Butterfield em seu livro “*The Whig Interpretation of History*”, onde descreve a história da ciência dita “*Whig*”, isto é, aquela que descrevia os fatos em função do que o presente aceitava como ciência.

A história da ciência passa a ter como objetivo o estudo não apenas o que hoje é aceito como ciência, mas sim o que em alguma época e de algum modo foi proposto ou aceito como ciência.

Em 1931, na cidade de Londres ocorre o II Congresso Internacional de História da Ciência. Algo notável desse evento foi a participação da delegação soviética que pela primeira vez, levavam seus trabalhos ao conhecimento do ocidente, desde a revolução russa de 1917. Um dos trabalhos que influenciaram gerações de historiadores foi “*As*

raízes sociais e econômicas dos Principia de Newton”, de Boris Hessen, então diretor do instituto de física de Moscou. Levantando a questão de como e em que medida a ciência era influenciada pelos fatores sociais.

E desta época também que se inicia o costume de se analisar o desenvolvimento da ciência em análises internalistas e externalistas.

As primeiras seriam aquelas que abordariam a ciência de um ponto de vista exclusivamente epistemológico, comparando as teorias entre si, explorando sua consistência interna, desvendando a lógica da descoberta, interpretando o papel desempenhado pelos grandes nomes da ciência durante os episódios revolucionários em que estavam envolvidos. Por outro lado as análises externalistas procurariam estudar o desenvolvimento da ciência tentando desvendar as influências sociais sobre ela, isto é, como as necessidades sociais de diferentes épocas poderiam afetar a temática e mesmo o conteúdo das teorias científicas que dominavam a cena nesses diferentes períodos históricos (ZANETIC, 1984, p.33).

A partir desses debates os cientistas começaram a ser vistos pelos historiadores como pessoas comuns, sujeitos a todo tipo de pressões e hábitos da sociedade em que vivem. Também se passou a buscar outras formas de ciência não ocidentais e por conhecimentos antes execrados como a alquimia e a magia.

Ainda nessa década de 30, Gaston Bachelard utilizando-se de exemplos da história da ciência sugere que o conhecimento humano ocorre por saltos. O caminho para se chegar a novos conhecimentos não é pelo aprimoramento dos saberes existentes, mas sim por rupturas da forma de pensar. Filósofos da ciência como o russo Alexandre Koyré também compartilhavam dessas ideias, a ciência avança mesmo de forma descontínua.

Koyré cria uma alternativa à concepção positivista de história da ciência ao introduzir uma história das ideias científicas. Nesta nova perspectiva, entretanto os aspectos sociais envolvidos na construção da ciência não são importantes.

Já para outros autores como Zilsel, Merton, Grossman e Fleck, não há como interpretar a ciência sem olhar para os aspectos históricos e sociais que a cercam. A concepção de que a história de um saber é elemento constitutivo desse saber. A historicidade da ciência passa a ser vista como uma necessidade.

Em meio a todas essas novas perspectivas a institucionalização da disciplina de história da ciência vem definitivamente a acontecer na década de cinquenta nos Estados Unidos, fruto do desempenho tecnológico alcançado na Segunda Grande Guerra, e da repercussão das bombas atômicas.

O Governo estadunidense, seus políticos e cientistas começam a se preocupar com o futuro das pesquisas científicas e seus reflexos na sociedade, uma vez que esta questão

afeta a todos. Era preciso manter a vanguarda nas pesquisas, bem como garantir a paz mundial.

A solução encontrada para a questão foi mudar o enfoque no ensino das ciências, de modo a atrair mais pessoas para área. Tornar o aluno um futuro cientista, ou então que a população fique informada cientificamente de tal forma que apoie o desenvolvimento científico norte-americano.

Neste ínterim, a história da ciência foi analisada como meio eficaz de promover essa mudança.

O químico James Conant, então reitor da Universidade de Harvard e influente político toma a frente de várias ações no intuito da institucionalização da história da ciência no seu país. Nos anos sessenta, já havia vários departamentos de história da ciência espalhados pelas universidades americanas. Tornando os Estados Unidos da América uma grande referência para a área de história e filosofia da ciência, até os dias atuais. Conant influenciou e apoiou muitas pessoas entre elas podemos certamente citar o físico e filósofo da ciência Thomas Kuhn. Segundo Marcum (2005, p.9) Kuhn encontrou sentido para sua carreira devido ao convite feito por Conant em 1947, para que preparasse um curso baseado em episódios de história da ciência para os alunos de Harvard.



Figura 9: Retrato de James Conant (1893-1978)
Fonte: Quote Collection (2012)

Mal sabia ele que esse convite foi extremamente importante para o futuro trabalho “*A Estrutura das Revoluções Científicas*”, marco no estudo do processo que leva ao desenvolvimento científico. No prefácio desta obra Kuhn faz menção:

Foi James B. Conant, então presidente da Universidade de Harvard, quem primeiro me introduziu na História da Ciência e desse modo ini-

ciou a transformação de minha concepção da natureza do progresso científico. Desde que este processo começou, ele tem sido generoso com suas ideias, críticas e tempo - inclusive o tempo necessário para ler e sugerir mudanças importantes na primeira versão de meu manuscrito (KUHN, 2011, p.16).

As ações de Conant e sua aposta no projeto Harvard para o ensino das ciências, bem como o apoio financeiro da *National Science Foundation*³ fizeram prosperar as pesquisas em história da ciência nos Estados Unidos, e conseqüentemente em todo o resto do mundo.

2.2.2 Thomas Kuhn

Desde o início deste trabalho regularmente aparecem citações e referências a Thomas Kuhn, pois ele teve muita importância no campo da Filosofia da Ciência, sua obra que era para ser um pequeno ensaio transformou-se em algo realmente revolucionário. Influenciando outras áreas do conhecimento, sendo considerado um dos 100 livros que mais influenciaram a humanidade (SEYMOUR-SMITH, 2002). É sobre Kuhn e sua obra que falaremos aqui nesta seção.

Era o dia 18 de julho de 1922 na cidade de Cincinnati, EUA, quando Thomas Samuel Kuhn deu início a sua jornada terrena. Foi o primogênito do casal Samuel e Minette Kuhn, uma família de Judeus não-praticantes. Seu pai era um engenheiro hidráulico, formado na Universidade de Harvard e no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Chegou a servir no corpo de engenharia do exército por ocasião da Primeira Guerra Mundial.

Já sua mãe, Minette, vinha de uma família abastada, possuindo boa educação. Ela desenvolveu um interesse ativo pela sua carreira lendo e discutindo seus livros.

Sua tia favorita, Emma Fisher, foi um grande exemplo e uma fonte de inspiração. Durante a Segunda Guerra Mundial ela cedeu sua casa para abrigar jovens judeus refugiados da Alemanha. Ao presenteá-la com uma das cópias de seu livro, Kuhn escreve a seguinte dedicatória: “Para tia Emmy que me ajudou na compreensão de mim mesmo”(apud MARCUM, 2005, p.3).

Sua educação formal inicia-se no jardim de infância da progressiva *Lincoln School*, em Manhattan. “Educação progressista”, segundo Kuhn, “foi um movimento que enfatizou a independência de espírito, a confiança na capacidade de usar a mente”(apud MARCUM, 2005, p.4). Kuhn foi ensinado a pensar de forma independente, mas por sua inexperiência, havia pouco conteúdo para o pensamento. Kuhn lembrou que até o segundo grau, por exemplo, ele era incapaz de ler com proficiência, para a consternação de seus pais.

³Agência governamental estadunidense que promove a pesquisa e educação fundamental em todos os campos da ciência e engenharia.



Figura 10: Retrato de Thomas Samuel Kuhn (1922-1996)
 Fonte:Wikipédia (2012)

No início da sexta série sua família se muda para Croton-on-Hudson, Nova Iorque, onde passou pela *Hills Hesse School*. Na época era uma escola de esquerda orientada por professores radicais que ensinavam o pacifismo aos alunos. Lembremos que Kuhn estava vivendo no período entre guerras e que o imperialismo norte-americano estava em crescimento.

Em outono de 1940, matricula-se na *Harvard College*, seguindo os passos de seus pais e tios. É lá onde tem seus primeiros contatos com a obra de grandes filósofos como: Platão, Aristóteles, Descartes, Spinoza, Hume e Kant. Ele a princípio queria estudar filosofia, mas, por influência de seu pai escolheu estudar física por causa de maiores oportunidades de carreira.

No outono do segundo ano em Harvard, os japoneses atacaram *Pearl Harbor* fazendo com que Kuhn passasse por outra transformação radical. Embora ele fosse treinado um pacifista, as atrocidades cometidas na Europa durante a Segunda Guerra Mundial, especialmente por Hitler, o horrorizou. O resultado foi que ele se tornou um intervencionista.

Em 1943 foi formada uma comissão para examinar o ensino geral em Harvard. Um dos objetivos dessa avaliação era encontrar maneiras de fazer com que mais americanos se interessassem pela ciência. Estava em voga a crença de que a prosperidade no mundo moderno era uma relação direta com o conhecimento e o desenvolvimento da ciência, capaz de proporcionar meios de vencer as guerras. Kuhn foi selecionado para representar os estudantes. Desta comissão foi sugerida a utilização de exemplos da história da ciência para alcançar esse objetivo. Nessa época George Sarton já lecionava em Harvard, inclusive Kuhn chegou a assistir diversas aulas com ele. Porém ele considerou Sarton como um

historiador *Whig*⁴ da ciência.

Esta comissão e posteriormente o convite de Conant em 1947 para ajudar a preparar um curso baseado em casos históricos sobre a ciência para alunos de graduação, transformou a sua compreensão da natureza da ciência. Ele relembra:

Em nossa primeira reunião, Conant girou para mim e disse “Eu não posso imaginar um curso de educação geral em ciências que não tenha algo sobre mecânica nele. Mas eu sou um químico, eu não sei como fazer isso! Você é um físico, vá e encontre algo!” (apud MARCUM, 2005, p.9).

E com essa atribuição, Kuhn iniciou um projeto de investigação sobre as origens da mecânica do século XX. Uma de suas maiores dificuldades era compreender a ideia de movimento proposto por Aristóteles em seu livro *Physica*. Certa ocasião⁵, num daqueles dias quentes do verão de 1947, enquanto estava no seu quarto olhando pela janela as videiras e a sombra que elas faziam, ponderava esse mistério. Subitamente a física aristotélica fez sentido.

Inicialmente Kuhn tentou entender a ideia do movimento aristotélico, usando as suposições e as categorias do movimento newtoniano ao qual havia sido ensinado e dominava muito bem. Depois de muito esforço, percebeu que esta tentativa não funciona. Porque o entendimento de Aristóteles implica necessariamente em entender o contexto que Aristóteles viveu. Sua visão de natureza, e a concepção de mundo da época em que sua obra foi escrita. Para Newton o movimento se refere ao estado de um corpo, já para Aristóteles é uma qualidade deste corpo. Este é o chamado método hermenêutico para compreensão da história da ciência. Uma contribuição Kuhniana para a leitura prévia de textos científicos e a espinha dorsal de sua tese sobre a incomensurabilidade que estudaremos mais adiante.

Esse episódio é muito emblemático para Kuhn, mas houveram outras influências acadêmicas marcantes para ele, como sua participação na *Society of Fellows*. Um grupo de acadêmicos selecionados no início de suas carreiras pela Universidade de Harvard, sobre os quais distintas oportunidades acadêmicas e intelectuais⁶ são concedidas a fim de promover o seu crescimento individual e colaboração intelectual.

Através de sua leitura e discussões com outros companheiros, Kuhn entrou em contato com pensadores influentes. Durante a leitura de Robert Merton⁷, por exemplo, Kuhn

⁴Termo extensivamente utilizado em história da ciência para indicar uma historiografia que mostra a ciência atual como resultado de uma cadeia bem sucedida de teorias e experiências, a despeito das teorias fracassadas e dos muitos becos sem saída.

⁵Como narrado pelo próprio Kuhn ao jornalista científico John Horgan (MARCUM, 2005, p.9).

⁶Um membro dessa sociedade de companheiros podia, por exemplo, se dedicar ao estudo de qualquer assunto de seu interesse, além de receber apoio financeiro para sua pesquisa.

⁷Sociólogo estadunidense.

observou uma referência a Jean Piaget. Ele mergulhou na teoria de Piaget da aprendizagem infantil. Comentando sobre o trabalho de Piaget, Kuhn afirmou que “as crianças desenvolvem ideias do mesmo jeito que os cientistas. . .” (apud MARCUM, 2005, p.11).

Parte de seu tempo na *Fellows* foi devotada a história da ciência, estudou os escritos de: Alexandre Koyré, Émile Meyerson, Héléne Metzger, entre outros. No prefácio do *Estrutura*, Kuhn relata a oportunidade de encontrar uma monografia quase desconhecida de Ludwik Fleck, de 1935, que “antecipa muitas de minhas próprias ideias” (KUHN, 2011, p.11). O trabalho de Fleck juntamente com as contribuições de outro *Junior Fellow*, Francis Sutton, o fez compreender a necessidade de escrever sobre o tema.

Por volta de 1952, Charles Morris convidou Kuhn para escrever uma monografia sobre história da ciência para a *International Encyclopedia of Unified Science*. Por sugestão de Bernard Cohen, o Título da monografia foi *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Têm início assim o processo de escrita de sua obra-prima, vindo a concluí-lo no ano de 1962 quando é publicado na referida enciclopédia e logo em seguida como livro pela editora da Universidade de Chicago.

2.2.3 A Epistemologia Kuhniana

Em seu livro Thomas Kuhn investiga como os cientistas mudam seus paradigmas em física, química ou biologia e o que acontece quando essas mudanças ocorrem. O que ele descobriu nos ajuda a explicar porque muitas vezes somos incapazes de antecipar mudanças significativas. Também pode nos ajudar a enfrentar as mudanças de maneira mais efetiva.

Uma das primeiras percepções que Thomas Kuhn nos mostra é a tese de que a ciência não é cumulativa. Seu desenvolvimento é um processo contraditório marcado por revoluções do pensamento científico.

A pesquisa histórica apresentada em seu livro sustenta essa tese. Ele reconhece a dificuldade do historiador em pensar a ciência de forma diferente, pois quanto mais se aprofunda na pesquisa percebe que o conceito de desenvolvimento por acumulação é impróprio.

Ele descreve de forma sistemática os estágios da evolução da ciência e define alguns termos e analogias que marcam sua epistemologia.

Para entender sua visão é preciso nos voltar ao cotidiano e a educação do pesquisador, que na maior parte do tempo foi ensinado e trabalhar dentro do que Kuhn chama de **ciência normal**.

“Ciência normal” significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas

durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior (KUHN, 2011, p.29).

Entendo esse conceito como uma visão de mundo contemporâneo, oferecido pela ciência. Tal visão se estabeleceu, devido às contribuições ao entendimento dos fenômenos naturais que ela respondeu. Capaz de atrair a lealdade de um grupo de pesquisadores comprometidos com ela, com uma ampla agenda de problemas para ser estudado.

Thomas Kuhn faz uso de outro termo, **paradigma**, que possui uma relação muito estreita com o conceito de ciência normal.

Aproximadamente, podemos entender por paradigma a base teórica e os pressupostos compartilhados por uma comunidade científica, que orientam seu trabalho e que, já tendo mostrado ser profícuos, garantam a quem vier a adotá-los tanto novos problemas como sugestões para que, se houver empenho, venha a resolvê-los (ANDRADE, 2000, p.69).

Kuhn demonstrou que os paradigmas atuam como filtros que selecionam os dados que chegam à mente do cientista. Aqueles dados que concordam com o paradigma do cientista são reconhecidos facilmente e são vistos com grande clareza e compreensão.

Kuhn também descobriu um alarmante efeito negativo. Com alguns desses dados o cientista têm grande dificuldade. Porque eles não concordam com as expectativas criadas por seus paradigmas. E certamente quanto mais imprevisto os dados, maior era a dificuldade dos cientistas de percebê-los. Em alguns casos ignoravam os dados inesperados, outras vezes, distorciam estes dados até que se acomodassem aos seus paradigmas, em vez de reconhecer que eram exceções à regra. E em casos extremos Kuhn demonstrou⁸ que os cientistas eram literalmente, fisiologicamente incapazes de perceber dados imprevistos. Em outras palavras os dados eram “invisíveis”.

Na ciência, assim como na experiência com as cartas do baralho, a novidade somente emerge com dificuldade (dificuldade que se manifesta através de uma resistência) contra um pano de fundo fornecido pelas expectativas. Inicialmente experimentamos somente o que é habitual e previsto, mesmo em circunstâncias nas quais mais tarde se observará uma anomalia. Contudo, uma maior familiaridade dá origem à consciência de uma anomalia ou permite relacionar o fato a algo que anteriormente não ocorreu conforme o previsto. Essa consciência da anomalia inaugura um período no qual as categorias conceituais são adaptadas até que o

⁸Ele utiliza uma experiência psicológica em que sujeitos são expostos a cartas de baralho, algumas normais, outras modificadas, como um seis de espadas vermelho ou um quatro de copas preto. Uma sequência destas cartas é apresentada num curto espaço de tempo sendo que nenhum dos sujeitos consegue perceber algo de diferente. Ele então aumenta o tempo de exposição a sequência e pouco a pouco alguns começam a perceber algo errado mas não sabem bem o que é, finalmente após várias exposições poucos conseguem identificar a anomalia (ver KUHN, 2011, p.89-90).

que inicialmente era considerado anômalo se converta no previsto. Nesse momento completa-se a descoberta (KUHN, 2011, p.91).

Anomalia. É este o termo que Kuhn utiliza para um problema comum em que o pesquisador se debruça, sem conseguir resolvê-lo mesmo que com grande empenho. Um problema conceitual ou um equipamento que por mais bem projetado não funciona adequadamente, são exemplos de anomalia.

Se essa anomalia, mediante vários esforços da comunidade, não puder ser discernida, haverá desconforto e espaço para a desconfiança e a instauração do que Kuhn chamou de **investigações extraordinárias** que conduziram a ciência a um novo paradigma.

A transição de um paradigma em crise para um novo, do qual pode surgir uma nova tradição de ciência normal, está longe de ser um processo cumulativo obtido através de uma articulação do velho paradigma. É antes uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações (KUHN, 2011, p.116).

Essa nova visão de mundo que se apresenta é de caráter revolucionário! Pois em nada se compara com a visão anterior. Para Kuhn esses paradigmas são ditos **incomensuráveis** e a passagem de um para outro chamou de **revolução científica**.

Há uma verdade crucial e profunda escondida atrás de cada paradigma. Quando um paradigma muda tudo volta a estaca zero. Não importa seu grande número de publicações ou quão forte seja sua reputação ou quão bom seja o velho paradigma, quando um paradigma muda tudo muda! Seus êxitos passados não importam mais, não garantem absolutamente nada no futuro se as regras mudam.

E aqui podemos tirar uma lição: Nenhum paradigma pode parar o tempo, ele será suplantado por outro. Se o cientista não for cuidadoso, suas realizações bem sucedidas do passado, podem obstruir sua visão de mundo. É por isto que ele deve estar aberto a novas ideias, estar disposto a explorar maneiras distintas de fazer as coisas, porque somente com esta atitude pode manter abertas as portas ao futuro.

O conceito de incomensurabilidade é fundamental na obra de Kuhn. Ao analisar a própria percepção visual de figuras, como as propostas pela *gestalt*⁹, Kuhn afirma: “O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver.” (KUHN, 2011, p.150).

Em termos gerais os paradigmas filtram nossas experiências. Em todo momento observamos o mundo por meio de nossos paradigmas, constantemente reconhecemos aqueles

⁹Alteração da forma visual.

dados que melhor se acomodam a nossas normas e regras tratando de ignorar o resto. Como resultado o que é perfeitamente óbvio para uma pessoa com um paradigma pode ser totalmente imperceptível para outra com um paradigma diferente.

Assim, tanto um aristotélico não consegue ver o mesmo céu que um copernicano, quanto um adepto a relatividade não enxergará da mesma forma que Newton. Essas alterações são tão profundas que não é só uma questão de interpretação mas sim de mudança de paradigma.

O historiador da ciência que examinar as pesquisas do passado a partir da perspectiva da historiografia contemporânea pode sentir-se tentado a proclamar que, quando mudam os paradigmas, muda com eles o próprio mundo. Guiados por um novo paradigma, os cientistas adotam novos instrumentos e orientam seu olhar em novas direções. E o que é ainda mais importante: durante as revoluções, os cientistas veem coisas novas e diferentes quando, empregando instrumentos familiares, olham para os mesmos pontos já examinados anteriormente. É como se a comunidade profissional tivesse sido subitamente transportada para um novo planeta, onde objetos familiares são vistos sob uma luz diferente e a eles se apegam objetos desconhecidos (KUHN, 2011, p.147).

Quais seriam então os critérios capazes de levar um cientista a decidir por esse ou aquele paradigma? como eles agem diante de teorias rivais? Para Kuhn essa escolha em momentos de crise não pode ser resolvida por nenhum critério da ciência normal.

O homem que adota um novo paradigma nos estágios iniciais de seu desenvolvimento frequentemente adota-o desprezando a evidência fornecida pela resolução de problemas. Dito de outra forma, precisa ter fé na capacidade do novo paradigma para resolver os grandes problemas com que se defronta, sabendo apenas que o paradigma anterior fracassou em alguns deles. Uma decisão desse tipo só pode ser feita com base na fé (KUHN, 2011, p.201).

Gradualmente muitos cientistas farão opção pelo novo paradigma, produzindo experimentos, instrumentos, artigos e livros. Este novo paradigma ditará as novas regras desta ciência normal e assim sucessivamente, paradigmas mudam.

Esta é a percepção que Thomas Kuhn nos dá acerca do progresso científico, não como acúmulo de dados mas como um processo contraditório marcado pelas revoluções do pensamento.

2.2.4 A Pessoa certa na Hora certa no Lugar certo!

Obviamente que Thomas Kuhn não foi o primeiro a perceber essa estrutura para a ciência. Já havíamos comentado sobre suas influências, especialmente Ludwik Fleck.

Entretanto quando Fleck publicou seu livro *A Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico* em 1935, ele o fez num ambiente desfavorável, numa Europa envolvida em guerras civis e conflitos de fronteira próximo do início da Segunda Grande Guerra. Numa língua do dialeto alemão, o ídiche, de origem judaica, difícil até para os alemães entenderem, num período de crescente preconceito e hostilidade contra os judeus.

Parafraseando Aristóteles no seu *A Ética A Nicômaco* podemos afirmar que ao contrário de Fleck, Thomas Kuhn foi a pessoa certa, pelo motivo certo e na medida certa a falar sobre a historicidade da ciência (apud KRAUT, 2009, p.212). O ambiente, o contexto da publicação da *Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962 é muito favorável, a historicidade da ciência era uma necessidade da época como visto anteriormente. Além do que, a maneira como o livro foi escrito possui um caráter didático, fácil de ler, os leitores tinham um entendimento muito razoável da obra. Foi escrito em língua inglesa, facilitando sua divulgação, num país que está se tornando o maior produtor de ciência e tecnologia do mundo. Todos esses fatores contribuíram para seu grande sucesso.

Para se ter uma ideia, muitas pessoas começaram a se apropriar dos termos que Kuhn eterniza em sua obra, para suas próprias áreas de atuação. No intuito de buscar saber, por exemplo, qual é o paradigma de seu campo.

Vários daqueles que retiraram algum prazer da leitura do livro reagiram assim não porque ele ilumina a natureza da ciência, mas porque consideram suas teses principais aplicáveis a muitos outros campos. Percebo o que querem dizer e não gostaria de desencorajar suas tentativas de ampliar esta perspectiva, mas apesar disso fiquei surpreso com suas reações. Na medida em que o livro retrata o desenvolvimento científico como uma sucessão de períodos ligados à tradição e pontuados por rupturas não-cumulativas, suas teses possuem indubitavelmente uma larga aplicação (KUHN, 2011, p.258).

Vejamos um exemplo desta aplicação em outros campos: Joel Barker, um futurólogo norte-americano, autor de vários artigos e livros, cita constantemente a Thomas Kuhn em sua obra. Sendo um dos primeiros a popularizar o conceito de mudanças de paradigma para o mundo corporativo. Com respeito aos paradigmas ele escreveu:

Os paradigmas afetam dramaticamente nossos juízos e nossos processos de decisão e influenciam nossas percepções. Se queremos fazer juízos certos acerca do futuro e antecipá-lo com êxito devemos ser capazes de reconhecer nossos paradigmas presentes e estar preparados para superá-los. Pois o paradigma é similar a uma espada de dois gumes. Por um lado seleciona a informação que nos é familiar de forma precisa e detalhada, mas por outro lado ignora a informação que não concorda com ela. Um vê o que espera ver, mas verá pouco ou nada quando os dados não se ajustam ao paradigma (BARKER, 1988, p.45).

Além dos que buscam reconhecer seus paradigmas existem aqueles que desejam criar novos paradigmas, segundo Barker (1988, p.120) para encontrar novos paradigmas em nossa área de atuação devemos voltar nosso olhar do centro para a periferia. Porque quase sempre as novas regras estão sendo escritas nas margens do paradigma. Também quem os escreve quase sempre são forâneos que não estão comprometidos com os antigos paradigmas e portanto, não tem nada a perder criando os novos.

Após o grande sucesso de seu livro, Kuhn passou praticamente todo o resto de seus dias explicando suas ideias e respondendo as diversas críticas à sua obra. Em 1969 foi acrescentado ao livro um posfácio onde o autor esperava desfazer alguns mal-entendidos e esclarecer o uso dos termos: paradigma, incomensurabilidade e revoluções. Também fala de conhecimento tácito, intuição e das acusações de ser um relativista.

Além de seus anos em Harvard, Kuhn lecionou história da ciência na Universidade da Califórnia, em Berkeley. Tornou-se professor efetivo desta instituição em 1961. Em 1964 assumiu a cátedra de Filosofia e História das Ciências, na Universidade de Princeton. Em 1971 Kuhn foi lecionar no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, onde permaneceu até terminar a sua carreira acadêmica.

De 1989 a 1990, Kuhn foi presidente da Associação de Filosofia da Ciência. Em Outubro de 1990, ele pronunciou o discurso inaugural intitulado “O Caminho desde a Estrutura”, na reunião bienal, realizada em Minneapolis, Minnesota. Nela, ele discutiu as várias questões em que estava trabalhando, especialmente a incomensurabilidade numa perspectiva evolucionária.

Kuhn morreu em 17 de Junho de 1996, em Cambridge, Massachusetts, depois de sofrer por dois anos de câncer de garganta. Ele era um fumante inveterado.

Para concluir este recorte histórico é preciso ainda responder a uma última pergunta: o que ocorre com a história da ciência a partir das contribuições de Kuhn e seus colaboradores?

Pois bem, desde as últimas décadas do século XX, a história da ciência procurou voltar-se para conhecimentos que pareciam “errados” e outras formas de ciência menosprezadas, a exemplo do que Kuhn fez ao voltar-se para a física aristotélica. Procurou também reforçar a ciência como uma construção humana, portanto sujeita a interesses, erros e acertos. Trabalha para apagar a imagem da ciência como um processo de grandes descobertas feitas por gênios e busca reavaliar estes personagens bem como revelar outros que por alguma razão foram esquecidos (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p.13-14).

Podemos citar como exemplo a reavaliação das contribuições de Isaac Newton à ciência. Neste novo enfoque histórico passou-se a ter grande interesse por seus outros escritos que tinham como temas: a magia, a alquimia e a religião.

Um novo Newton surgiu. De fato ele escreveu bem mais sobre estes assuntos metafísicos do que sobre a própria física, e para ele essas áreas tinham uma forte conexão! Seus estudos sobre magia, religião e alquimia parecem ter sido o pivô para os seus estudos da mecânica. E não há como dizer que existiam dois Newtons, na realidade ele era apenas um homem que se dedicava ao conhecimento de modo geral, no contexto de sua época.

Tendo em vista essas considerações, podemos dizer que, atualmente, o historiador da Ciência procura entender o cenário da construção dos conhecimentos em determinada época, de modo contextualizado, tendo como princípio a concepção de que cada cultura e período têm formas particulares de ver o mundo, problemas peculiares que desejam resolver e formas de resolvê-los também peculiares (FERREIRA; MARTINS, 2009, p.12).

Assim, a ciência deixou de ser um modelo perfeito, um padrão de comparação e o historiador da ciência não é mais um produtor de volumes para uma enciclopédia. Ele busca contribuir para a sua problematização.

2.3 Filosofia da Ciência

Optou-se aqui por fazer uma seção sobre a filosofia da ciência, mesmo sabendo que para muitos essa distinção com a história da ciência não existe. Imre Lakatos (1978, p.102) diria que “A Filosofia da Ciência sem a História da Ciência é vazia; a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega”. Durante a seção anterior já experimentamos um pouco desta intensa relação ao discutirmos o positivismo e a epistemologia kuhniana. Contudo, agindo dessa forma pode-se abordar alguns aspectos da filosofia para compreender melhor: sua origem, sua constituição como área de conhecimento e sua afinidade com a história da ciência. Para isto é necessário iniciar com algumas considerações acerca da ciência e da filosofia.

O saber científico e o saber filosófico estão sempre em busca de explicar e compreender o mundo. Ambos se utilizam da razão para ampliar o conhecimento do homem, de modo a se complementarem.

A diferença entre eles está no seu enfoque. Enquanto a ciência busca a solução de problemas específicos, limitados. A filosofia busca uma compreensão mais ampla, harmônica, e crítica do conhecimento. Essa maneira de agir da ciência tem uma de suas raízes na visão mecanicista de mundo desenvolvida por Descartes, segundo a qual para se conhecer o todo é necessário conhecer as partes.

De acordo com Alves (1981, p.12) esse comportamento é perigoso, pois “quanto maior a visão em profundidade, menor a visão em extensão. A tendência da especialização é

conhecer cada vez mais de cada vez menos”.

A origem da palavra filosofia segundo Souza (2003, p.34) é atribuída ao grego Pitágoras, por ocasião de uma viagem que fez a Fliunte¹⁰, ali discutiu sobre a natureza de seu conhecimento com Leonte, príncipe dos Fliaseus. Segue-se o relato:

Admirado por seu engenho e eloquência, Leonte perguntou a Pitágoras que arte professava. Pitágoras respondeu-lhe que não sabia ciência alguma, mas que era filósofo. Ante a novidade do nome, Leonte admirado, perguntou-lhe quem eram os filósofos, e qual a diferença entre eles e os demais homens. Respondeu-lhe Pitágoras: A vida humana se assemelha a uma feira, das que se realizam na temporada dos jogos, com grande aparato de todos os helenos. Pois nela encontramos três tipos de pessoas: uns, com exercícios de seus corpos, buscam a glória e a beleza; outros, a ela vêm em busca de ambição e dinheiro, o que conseguem através de compras e vendas; outros, enfim - de mais nobre e generosa linhagem - nem buscam dinheiro, nem aplausos, nem lucro, mas a feira visitam apenas para ver e considerar o que lá se faz e de que modo. O mesmo acontece conosco: à maneira dos que vêm à cidade para uma célebre feira, também nós que viemos a esta vida e que somos descendentes de uma natureza superior (assim nos dividimos): uns servem à glória; outros, ao dinheiro; e são muito raros os que - entre os homens - desprezando todas as coisas humanas dedicam-se ao estudo da Natureza. Estes se chamam estudiosos da sabedoria, ou - o que é o mesmo - filósofos, e, assim, como em uma feira, é mais nobre e liberal a contemplação isenta de lucro; assim na vida, a contemplação e o conhecimento das coisas está muito acima de todos os outros empregos da atividade (SOUZA, 2003, p.34).



Figura 11: Escola de Atenas, com Pitágoras em destaque
Fonte: Wikipédia (2012)

¹⁰Fliunte era uma cidade grega da Antiguidade, localizada no noroeste da Argólida, no Peloponeso.

Hoje em dia a palavra filosofia sofreu algumas modificações, perdendo o seu significado original. Na Grécia antiga o termo passou a designar o amor ou a busca da sabedoria racional do conhecimento. O dicionário Aurélio nos diz se tratar de um conjunto de concepções, práticas ou teóricas, acerca do ser, dos seres, do homem e de seu papel no Universo. Enfim, apesar de interessante seu significado, sua finalidade é superior, pois está ligada a felicidade, o bem que todos almejam.

Já a palavra ciência tem sua raiz do latim *scientia* que significa sabedoria, conhecimento, podemos dizer que a ciência se caracteriza pela busca de um conhecimento sistemático e seguro a respeito dos fenômenos do mundo. Esse conhecimento (*stricto senso*) era o que os gregos chamavam de *episteme*, origem da palavra epistemologia, que é o estudo do conhecimento científico. Um dos objetivos básicos da ciência é tornar o mundo compreensível, proporcionando ao ser humano meios de prever situações e exercer controle sobre a natureza. Nasceu como uma tentativa de se achar respostas para os questionamentos humanos sem recorrer a seres sobrenaturais, mas ao racionalismo, materializado no que chamamos de método científico. Uma série de procedimentos que orienta o modo de conduzir uma investigação científica.

Segundo o matemático britânico de origem polonesa Jacob Bronowski (1956, p.18) através do conhecimento científico o “homem domina a natureza não pela força, mas pela compreensão. É por isso que a ciência teve sucesso onde a magia fracassou, por não ter procurado lançar nenhum feitiço sobre a natureza”.

O propósito da ciência é o de atingir o conhecimento preciso, coerente e abrangente. Resultado que o senso comum normalmente não consegue perceber. Mas apesar dessas características desejáveis, a ciência não pode ser considerada com a última palavra em qualquer assunto, pois ela possui um caráter transitório. Muitas teorias científicas do passado foram rejeitadas, modificadas e substituídas por outras. O que impede que as teorias atuais não sigam o mesmo percurso?

Mas o inconsciente das pessoas parece dizer que a ciência, ou o cientista são formas superiores de conhecimento. Está enraizado em nossa cultura achar isto. Os filósofos atribuem esse comportamento como reflexo do Positivismo¹¹, que supervalorizou o conhecimento científico em detrimento as demais formas de conhecimento.

O cientista virou um mito. E todo mito é perigoso, porque ele induz o comportamento e inibe o pensamento. Este é um dos resultados engraçados (e trágicos) da ciência. Se existe uma classe especializada em pensar de maneira correta (os cientistas), os outros indivíduos são li-

¹¹Como visto anteriormente refere-se a uma corrente filosófica que surgiu na França no começo do século XIX. Os positivistas não consideram os conhecimentos ligados às crenças, superstição ou qualquer outro que não possa ser comprovado cientificamente. Para eles, o progresso da humanidade depende exclusivamente dos avanços científicos.

berados da obrigação de pensar e podem simplesmente fazer o que os cientistas mandam. Não precisamos pensar, porque acreditamos que há indivíduos especializados e competentes em pensar. Pagamos para que ele pense por nós. E depois ainda dizem por aí que vivemos em uma civilização científica... (ALVES, 1981, p.7-8).

Como vimos anteriormente a partir do II Congresso Internacional de História da Ciência foi introduzido o debate da influência de fatores sociais sobre a ciência. Nesta nova linha de pesquisa a ciência passa a ser vista como uma construção humana, e como tal é frágil e influenciada por todo tipo de doutrina, como por exemplo, questões filosóficas, sociais, econômicas e culturais. Procura-se também, o estudo de outras formas de ciência menosprezadas por apresentarem características metafísicas. Esta nova visão, em certos aspectos, opõem-se as concepções positivistas e foi importante nas discussões que se seguiram sobre a identidade da ciência.

Tradicionalmente a filosofia da ciência é estudada a partir do que chamamos de dois “nascimentos”: o primeiro está associado ao Círculo de Viena ocorrido entre os anos de 1922 a 1936 coordenado por Moritz Schlick. Conhecida também como *Sociedade Ernest Mach*, um grupo de cientistas e filósofos que se reuniam semanalmente em Viena, procurando reedificar o empirismo a luz das novas descobertas científicas. Também procuravam demonstrar os problemas da metafísica. Fundaram a revista *Erkenntnis*, onde era feita a divulgação de sua filosofia.



Figura 12: Retrato de Moritz Schlick (1882-1936)
Fonte: Wikipédia (2012)

Este sistema filosófico ficou conhecido como o Positivismo Lógico, Empirismo Lógico ou ainda como Neopositivismo. Os membros do Círculo de Viena compartilhavam de uma visão comum da filosofia tendo como influências: Ernest Mach, Percy Bridgman e principalmente o livro *Tractatus Logico-Philosophicus* escrito por Ludwig Wittgenstein. É desta obra que veio a inspiração de muitas das ideias para a construção das doutrinas deste sistema. Nesta tradição entendia-se o empirismo como fundamento para a produção científica legítima.

O positivismo lógico foi uma forma extrema de empirismo, segundo o qual as teorias não apenas devem ser justificadas, na medida em que podem ser verificadas mediante um apelo aos fatos adquiridos através da observação, mas também são consideradas como tendo *significado* apenas até onde elas possam ser assim derivadas (CHALMERS, 1993, p.15).

Assim os neopositivistas restringiam o conhecimento à ciência. Desenvolveram um critério chamado de verificacionismo e o utilizavam para rejeitar a metafísica não como falsa, mas como destituída de significado. Pretendia-se fazer uma distinção entre ciência e não ciência, por meio da exploração do método científico e da lógica, elementos indispensáveis para uma teoria científica.

Outra característica dos positivistas lógicos era a busca por uma teoria unificada da ciência. Que possuísse uma linguagem comum em que todas as afirmações científicas fossem expressas. Uma teoria caracterizada pelo reducionismo, onde se acreditava que tudo podia ser reduzido pelas explicações científicas, criando uma ciência mais fundamental.

No final dos anos 30, houve a dispersão dos membros do Círculo de Viena devido ao assassinato de Schlick e a ascensão do nazismo na Europa. Muitos deixam a Áustria e buscam espaço para divulgação de suas discussões em outros países. Rudolf Carnap, por exemplo, imigra para os Estados Unidos e vai trabalhar um período em Harvard. Alfred Jules Ayer introduziu o positivismo lógico na Inglaterra com seu livro *Linguagem, Verdade e Lógica*, sendo considerado um dos mais famosos filósofos ingleses.

Depois desta grande repercussão, começaram a surgir muitas críticas a este sistema filosófico. Como a inconsistência do critério de verificabilidade e o problema da generalização. Karl Popper em Viena e Gaston Bachelard na França escrevem obras com argumentos muito fortes contra o positivismo.

Após o recebimento de constantes críticas, o positivismo lógico foi se enfraquecendo a tal ponto que no final dos anos 60 foi praticamente abandonado. Apesar disso este movimento teve um lugar importante na história da filosofia da ciência, precedendo nossas filosofias contemporâneas.

Chegamos então ao segundo nascimento da filosofia da ciência. Que ocorre com a

publicação do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* no ano de 1962. Thomas Kuhn e colaboradores iniciam uma nova tradição filosófica onde o historicismo assume o lugar do empirismo da tradição anterior.

Esta obra é um novo começo, no sentido de refazer tudo o que se fazia antes. Ao voltar sua atenção para a história da ciência, Kuhn percebe que os relatos tradicionais da ciência, fosse indutivista ou falsificacionista, não suportam uma comparação com o testemunho histórico.

A teoria da ciência de Kuhn foi desenvolvida subsequentemente como uma tentativa de fornecer uma teoria mais corrente com a situação histórica tal como ele a via. Uma característica-chave de sua teoria é a ênfase dada ao caráter revolucionário do progresso científico, em que uma revolução implica o abandono de uma estrutura teórica e sua substituição por outra, incompatível. Outro traço essencial é o importante papel desempenhado na teoria de Kuhn pelas características sociológicas das comunidades científicas (CHALMERS, 1993, p.111).

A filosofia da ciência avançou rapidamente nas décadas recentes. Esta dissertação, contudo, não pretende dar conta de todos os desenvolvimentos contemporâneos sobre a natureza da ciência. Mas uma vez trata-se de um esforço para compreender esta área que juntamente com a história nos auxilia na produção de metodologias de ensino de física.

Outro aspecto da ciência que a filosofia busca compreender é a questão da neutralidade. Será o conhecimento científico neutro? Ou ele é condicionado? Para alguns a percepção de que o conhecimento científico é movido por interesses que excedem os limites da comunidade científica é nítido. O financiamento das pesquisas ilustra esta relação. Porque alguns programas recebem mais financiamentos que outros? Não será a política outro fator condicionante?

Porém para outros, o trabalho científico é de natureza tão esotérica que não importa o que acontece nos bastidores. Os aspectos sociais envolvidos na construção da ciência estão em segundo plano.

Esta discussão é muito interessante, na medida em que um grupo busca convencer o outro. Ana Simões (2010, p.7) relata que em 1934, por ocasião do III Congresso Internacional de História da Ciência, George Sarton vai a Portugal proferir o discurso de abertura deste evento. Como de costume ele expressou sua visão positivista sobre a história da ciência. Mas desta vez ele faz duras críticas as tentativas de falsificação da história por certos regimes políticos. O nazismo foi um destes regimes que procurou distorcer a história no intuito de sustentar sua ideologia. Este regime também é reconhecido como exemplo da intervenção estatal sobre o desenvolvimento de áreas científicas. Fica a pergunta: será que os avanços ocorridos nesse período teriam sido possíveis sem essa intervenção?

Depois que o Estado percebeu que conhecimento implica em poder, passou a financiar e busca exaustivamente ampliar sua pesquisa científica. Pois sabe que é dela que depende sua soberania. Como diriam Max Horkheimer e Theodor Adorno (2002, p.6) da mesma forma que o ditador busca conhecer o homem para manipulá-lo, este segue o mesmo raciocínio em relação à natureza, objetivando seu domínio.

Enfim, em meio a todas essas questões, cabe ao filósofo uma constante reflexão para entender os fundamentos do saber científico. Suas pretensões, suas possibilidades, seus acertos e seus erros, para compreender de forma mais ampla a sua natureza e problematizá-la. Estas reflexões se desdobram em temas como: o estudo do método de investigação científica, a classificação da ciência, a natureza das teorias científicas e sua capacidade de explicar a realidade e o papel da ciência e sua utilização na sociedade.

2.3.1 A Natureza da Ciência

O ensino de ciências assim como nossas escolas foram planejadas e concebidas na cultura intelectual do iluminismo e nas circunstâncias econômicas da revolução industrial do século XVIII. Desde essa época ele teve a preocupação em ensinar aos alunos as metodologias de investigação científicas como estratégia para atrair novos pesquisadores.

Acompanhando o desenvolvimento histórico dessa área, pode-se observar que ela experimentou êxitos e fracassos, passou por modificações levando a algumas reformas educacionais, como por exemplo, as mudanças ocorridas no pós-guerra.

Segundo Krasilchik (2000, p.85), Os projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática conhecidos por suas siglas PSSC - *Physical Science Study Commitee*, BSCS - *Biological Science Curriculum Study*, CBA - *Chemical Bond Approach* e SMSG - *Science Mathematics Study Group* foram um grande esforço da sociedade científica, universidades e acadêmicos renomados para a criação de uma elite intelectual capaz de refletir não só a política governamental, mas também uma concepção de escola nas regiões sob influência da cultura capitalista norte-americana.

Os projetos foram importantes para incorporar o conhecimento científico aos currículos escolares, além de propor um ensino teórico integrado a sua prática, como na utilização do laboratório.

Aqui no Brasil esses projetos repercutiram na criação de órgãos como o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), nos anos de 1950 e da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC) em 1967, que desenvolviam materiais didáticos e davam treinamento para os professores.

O período seguinte foi marcado pelo regime militar, que durou 21 anos, trazendo

consigo outras mudanças no ensino de ciências, descaracterizando sua função no currículo. Este ensino passou a visar a formação do trabalhador para o mercado de trabalho, sendo este uma peça importante para o desenvolvimento econômico do país.

Em 1972 uma das ações desse regime foi a criação do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) em parceria com centros de ciência e universidades, cujos objetivos eram a criação de materiais didáticos de qualidade e adaptados à realidade brasileira, treinamento de professores de ciências e habilitação de professores das licenciaturas curtas para a atuação nas escolas.

Atualmente vivemos a reforma educacional expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996 que vincula a educação escolar ao mundo do trabalho e à prática social, também preconiza a importância dos educandos compreenderem os fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos.

Esta legislação juntamente com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de 1998 e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCM) de 2008 enfatizam um ensino de inclusão (para todos), com o objetivo de desenvolver o letramento científico. Os projetos norte-americanos *Project 2061*¹² – *Science for all americans* e o *National Science Education Standards*¹³, também defendem essa nova ênfase para o ensino, indicando que as aulas de ciência devem trabalhar outros aspectos além do conteúdo curricular. Os professores são desafiados a envolver os alunos numa visão mais ampla da ciência, contemplando seu desenvolvimento e a essência deste conhecimento. Em suma, professores são cada vez mais incentivados a ensinar sobre a Natureza da Ciência (NdC).

Observamos que apesar dessas diretrizes, algumas pesquisas (KÖHNLEIN, 2005; LEDERMAN, 2007; PEDUZZI e CORDEIRO, 2011) mostram que tanto professores como alunos não possuem o entendimento sobre a NdC. Dificultando o ensino e reforçando concepções equivocadas sobre a ciência e os cientistas.

Um dos questionamentos feitos no início dessa reforma foi o porquê ensinar sobre a NdC? Alguns educadores da ciência tem justificado que seu estudo permite o debate de questões críticas como as relações: ciência/religião, ciência/não ciência, evolução/criacionismo. Outros afirmam que seu estudo faz o estudante ter maior interesse pela área, bem como a percepção do impacto da ciência na sociedade.

A resposta considerada mais básica é para ajudar os alunos a desenvolver uma visão coerente do que é ciência: o que ela pode responder; qual sua diferença em relação as

¹²É uma iniciativa de longo prazo da Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS), para ajudar todos os americanos se alfabetizar em ciência, matemática e tecnologia.

¹³O NSES são um conjunto de diretrizes para o ensino de ciências nas escolas primárias e secundárias nos Estados Unidos, conforme estabelecido pelo Conselho Nacional de Pesquisa, em 1996.

outras disciplinas; quais são seus pontos fracos e fortes.

Em uma das palestras do XX SNEF, de 2013, o professor Oswaldo Pessoa Jr.¹⁴ propôs a falar sobre a natureza da NdC. Conceito este que implica muitos aspectos da história, sociologia e da filosofia da ciência. Ele enfatizou que a NdC não consiste propriamente dos métodos científicos ou dos produtos da ciência, mas da base epistemológica por trás deles, que reflete os valores e a maneira de conhecer o mundo por parte da ciência.

Em seguida foi mostrado sete teses consensuais quanto a NdC, baseado no artigo de Lederman, Abd-El-Khalick, Bell e Schwartz, de 2002, intitulado “*Views of Nature of Science Questionnaire*”, apresentadas a seguir:

1. A primeira tese diz que o conhecimento científico é empírico, ou seja, baseia-se em observação e experimentos. Porém, deve-se distinguir entre observação e inferência. Alguns conceitos científicos são extremamente teóricos, derivados da lógica e do raciocínio, entretanto todas as ideias científicas devem estar de acordo com dados observacionais ou experimentais, para ser considerado válido.
2. Não há observação neutra em relação à teoria. A ciência envolve mais do que o acúmulo de inúmeras observações, ao contrário, é derivado de uma combinação de observação e de inferência. Observação refere-se ao uso dos cinco sentidos para recolher informação, muitas vezes aumentada com a tecnologia. Inferência envolve o desenvolvimento de explicações a partir de observações e muitas vezes envolvem entidades que não são diretamente observáveis;
3. Deve-se distinguir leis e teorias. Na ciência, a lei é uma descrição sucinta das relações ou padrões na natureza. As leis são muitas vezes expressos em termos matemáticos. Uma teoria científica visa a explicação dos fenômenos naturais. Assim, teorias e leis constituem dois tipos distintos de conhecimento;
4. O conhecimento científico é construído por meio da criatividade e da imaginação humana, ela é uma fonte de inovação e inspiração na ciência. Cientistas usam a criatividade e a imaginação ao longo de suas investigações;
5. A ciência é uma atividade humana: ela sofre influências e afeta a cultura;
6. Não há um único método científico, ou seja, uma receita para se atingir o conhecimento seguro e verdadeiro, cientistas empregam uma ampla variedade de abordagens para gerar o conhecimento científico, incluindo a observação, inferência, a experimentação, e até mesmo a descoberta ao acaso. Essa tese corrobora com a questão do pluralismo metodológico (LUBURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003);

¹⁴Doutor em História e Filósofo da Ciência. Trabalha atualmente no departamento de filosofia da USP.

7. A ciência é confiável, mas é revisável, sujeita a mudança, assim, o conhecimento científico não é absoluto, não há certeza. Novas ideias em ciência são frequentemente recebidas com certo grau de ceticismo, especialmente se eles são contrários aos conceitos científicos bem estabelecidos. Por outro lado, o conhecimento científico, uma vez aceito, pode ser robusto e durável. Muitas ideias na ciência sobreviveram desafios repetidos e mantiveram-se praticamente inalterado durante centenas de anos. Assim, é razoável ter confiança no conhecimento científico, mesmo percebendo que tal conhecimento pode mudar.

Após a divulgação dessas ideias, Lederman e colaboradores receberam algumas críticas de outros pesquisadores. Irzik e Nola (2011), por exemplo, diziam que apesar de não haver um único método científico, há regras metodológicas básicas, como o teste de hipóteses que estão sempre presentes. Também que pontuar definições como essas levam a uma visão consensual sobre NdC, o que não condiz com a realidade.

Talvez a melhor maneira de entender a NdC é primeiro pensar sobre a alfabetização científica, o principal objetivo da educação em ciências. Essa alfabetização é descrita como aquisição de competências por parte do indivíduo, capazes de fazê-lo: compreender notas da mídia sobre ciência; reconhecer e valorizar as contribuições científicas; usar a ciência para fazer escolhas tanto no cotidiano como em questões sócio científicas.

Educadores como Randy L. Bell (2009) sugerem três pilares da ciência como a ponte para promoção desta alfabetização. O primeiro destes pilares é **o corpo do conhecimento científico**. Dos três, este é de domínio mais familiar e concreto, e incluem: os fatos científicos, conceitos, teorias e leis tipicamente apresentados nos livros didáticos. **Métodos e processos científicos** compreendem o segundo pilar, que descreve a grande variedade de métodos que cientistas utilizam para gerar o conhecimento contido no primeiro pilar. A **natureza da ciência** constitui o terceiro pilar, sendo o mais abstrato e menos familiarizado dos três. Este pilar procura descrever a natureza da comunidade científica, e as características do conhecimento produzido. Este pilar é pouco abordado na maioria dos materiais curriculares, e quando é abordado, é muitas vezes equivocado.

As sete teses consensuais são importantes aqui para ajudar os alunos a obterem a alfabetização científica, mas surge uma nova pergunta: como utilizar essas teses no contexto escolar?

Ao concluir o sua palestra o professor Pessoa Jr. responde essa pergunta, sugerindo a discussão e reflexão sobre as características de conhecimento científico e das atividades científico-empresariais de forma aberta e explícita, mesmo de caráter mais filosófico, como a definição de verdade. Os alunos irão aprender sobre a natureza da ciência de maneira mais efetiva quando eles são ensinados sobre isso de uma forma intencional.

Os estudantes não terão um entendimento significativo da NdC simplesmente lendo uma lista dos conceitos de NdC. Em vez disso, os alunos precisam experimentar atividades específicas destinadas a destacar aspectos particulares da NdC. Atividades de investigação, questões sócio científicas, e episódios da história da ciência¹⁵ podem ser utilizados com eficácia e contexto na introdução da natureza de conceitos científicos.

2.4 Contextualizando a Ciência em Sala de Aula

Um exemplo de atividade específica para se trabalhar a terceira tese consensual foi ensinada durante um minicurso oferecido no XX SNEF, ministrado pelos professores do *Teknê*.

Foi proposto uma análise do conhecimento científico através da distinção entre leis e teorias científicas colocando-os em camadas, no interior de um típico diagrama de Venn¹⁶. Este diagrama possui quatro camadas, duas dessas nos chamam a atenção. A primeira delas, mais superficial diz respeito às leis e princípios físicos, esta tem a função de explicar como funciona a natureza. A segunda, mais profunda diz respeito às teorias, cuja função é a de explicar o porquê desta natureza.

É interessante notar que o ensino praticado em sala de aula, geralmente está concentrado exatamente na exposição de leis e princípios que é um conhecimento mais superficial do que no entendimento das teorias. Um exemplo disso é o foco dos professores no estudo e aplicação das leis de Newton, e a pouca ou nenhuma preocupação em se estudar a teoria Newtoniana que explicam essas leis. A teoria está relacionada à visão de natureza que Isaac Newton tinha ao fazer sua leitura da realidade e propor suas leis.

Além desta visão de natureza existe a visão de mundo que influenciava o coletivo de pensamento da época, como as questões religiosas e as relações culturais onde Newton esteve inserido.

As leis de Newton e suas equações matemáticas, são como a moldura de um quadro. Existe toda uma paisagem para além da moldura que precisa ser apreciada, entendida e discutida.

De modo que ao se mudar o foco das leis para as teorias, temos um ganho conceitual muito grande. Saímos da moldura para a paisagem, começamos a contextualizar a dinâmica newtoniana, trazendo o aluno para um círculo mais amplo, e fazendo-o enxergar outras relações que a ciência tem com outras áreas, dando um significado ao ensino.

¹⁵Inclusive ao fim da palestra, cogitou-se a criação de um banco de “estudos de casos de história da ciência” para subsidiar os professores.

¹⁶John Venn (1834-1923) foi um matemático inglês criador de uma diagramação baseada em figuras circulares no plano.

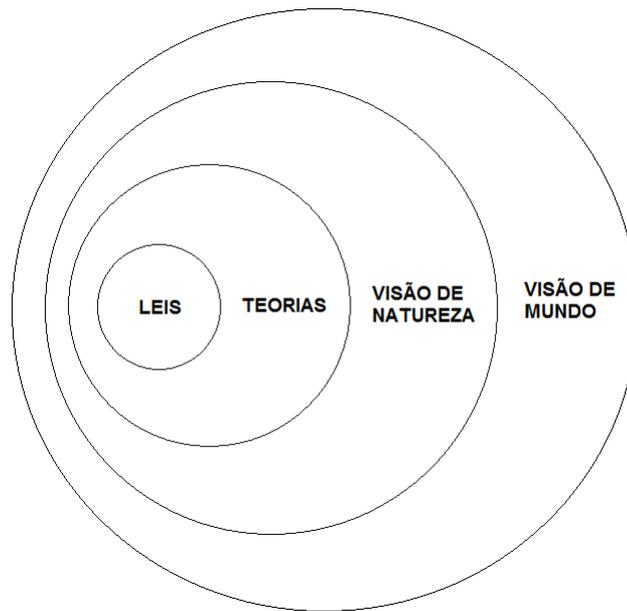


Figura 13: Diagrama de camadas do conhecimento científico
 Fonte: Teknê (2013)

Para podermos atingir este objetivo faz-se necessário recorrer à história e a filosofia no ensino científico, por uma série de razões que veremos mais adiante, contudo a construção de um currículo deve ser feito com cuidado para que este não seja empobrecido, pois:

Os alunos necessitam estudar de forma aprofundada o tempo e o espaço histórico do assunto abordado, de forma a reconhecerem os problemas e as controvérsias vividas pelos personagens que construíram direta ou indiretamente aquele conhecimento. Enfim eles devem ser capazes de reconhecer os debates científicos, filosóficos e epistemológicos gerados naquele ambiente. Apesar da importância desse trabalho histórico-filosófico aprofundado, não podemos correr o risco de transformar as aulas de ciências em cursos de história da ciência. Existem questões específicas a serem trabalhadas no ensino de ciências, como por exemplo: o tratamento de problemas com soluções lógico-matemáticas, a manipulação de experimentos e artefatos técnicos e o conhecimento de produtos científicos e tecnológicos diretamente ligados ao cotidiano dos alunos (BRAGA; GUERRA; REIS, 2004, p.226).

Um dos possíveis caminhos que nos levam a um currículo enriquecido pela HFC deve levar em consideração essas relações. Segundo Robilotta (1988, p.17) necessitamos recuperar a noção de que a física é um processo de confronto de ideias, uma construção humana. Parte da dificuldade que se enfrenta ao ensinar física advém da falta de consciência plena deste processo construtivo.

É ingenuidade supor que todas as ideias sejam naturais e de percepção fácil ou lógica. Supor que o conhecimento possa ser organizado de modo simples como apresentado nos livros didáticos. Quando na verdade seus conceitos são o resultado de debates ocorridos

por milênios onde muita gente discutiu, argumentou e se enganou.

Um exemplo apresentado durante o minicurso foi à construção dos diagramas de Newton e Leibniz. Ambos chegaram ao desenvolvimento do cálculo de forma independente, também escreveram sobre mecânica, e os resultados de ambos são muito semelhantes. Entretanto existe uma diferença notável, suas visões de natureza são diferentes.

Newton carregava uma concepção de espaço absoluto correspondente ao *Sensorium Dei*¹⁷. Já Leibniz concebia o espaço como um ente geométrico não relacionado ao Criador do Universo. Newton supunha que a matéria possuía vida, para Leibniz esta era inerte. Essa sutileza entre ambos é na verdade a chave para compreender suas teorias e uma forma de promovermos o que Braga, Guerra e Reis chamam de controvérsia contextual.

Essa análise pode ser utilizada para estudar outros diagramas, como as controvérsias contextuais envolvendo Platão e Aristóteles, Descartes e Hume, Einstein e Bohr, etc. Desta forma temos a possibilidade de sairmos um pouco do ensino superficial das leis e princípios para entrar em algo mais profundo que são a teorias e a visão de natureza em que ela é concebida. Isto nos abre a possibilidade também de problematizar a ciência, e consequentemente conduzir ao seu aprendizado.

As contribuições da HFC, em princípio, conduzirão a este aprendizado, desde que utilizado de forma coerente. A sugestão de trabalho apresentada por Braga, Guerra e Reis consiste na utilização de três eixos temáticos sobre os quais HFC será trabalhado, sendo eles: a Arte, a Técnica e a Ciência.

A palavra “Técnica” vem do latim *Tékhné* que significa toda atividade humana que de alguma forma está submetida a regras para fabricar algo. Em latim artesão e artista se diz *artefix*, o que faz com arte.

A arte ou a técnica era, portanto, uma atividade regrada com vista à produção de uma obra. Ou seja, num sentido mais amplo, “Arte e Técnica” significa a habilidade e agilidade de inventar meios para vencer uma dificuldade. Em outras palavras é toda ação humana visando transformar a realidade.

Um exemplo disso encontra-se no filme “*A Guerra do Fogo*” de Jean-Jacques Annaud¹⁸ que mostra como o domínio da técnica de produção do fogo pode transformar a visão de mundo. Sendo uma opção didática para o trabalho deste tema. Outras inovações técnicas podem ser exploradas, como a forma de atrelamento dos cavalos, a construção do moinho, do relógio, etc.

As artes são vistas como trabalho da expressão e mostram que, desde seu surgimento,

¹⁷O espaço é um órgão por meio do qual Deus se utiliza para perceber todas as coisas.

¹⁸É um cineasta francês conhecido por outras obras como: *O Nome da Rosa* (1986), *O Amante* (1991) e *Sete Anos no Tibet* (1997).

foram inseparáveis da ciência e da técnica. Por exemplo, as esculturas e os templos da Grécia antiga não teriam existido sem a geometria. As pinturas renascentistas seriam incompreensíveis sem a matemática e as teorias das harmonias e proporções.

A novidade do final do século XIX e de todo o século XX, está no fato de que as artes não ocultam seus vínculos com a ciência e a técnica. Pois é nesses meios que as artes buscam respostas e soluções para problemas artísticos.

A arte também é um modo de transformação da realidade e pode ser explorada no ensino de Física ajudando os estudantes a entenderem que ela influencia nossa interpretação do mundo atual, da mesma maneira que influenciou grandes pintores, escultores e compositores.

É um consenso entre os pesquisadores de ensino de ciências que o professor, em geral, deva conhecer o assunto que ensina. Esse propósito pode ser alcançado quando, na formação, o professor tenha contato com a epistemologia e a história de sua disciplina.

Segundo Cudmani e Sandoval (1993, p.102) uma adequada formação nessas áreas: favorece uma compreensão mais profunda da disciplina; ajuda a desvendar os critérios utilizados na metodologia científica; mostra que a criação científica não é simplesmente o resultado de um problema lógico, mas o resultado de um complexo processo histórico e sua interação com o meio social da época; facilita a organização, o aprofundamento e avaliação do conhecimento científico, estimulando o docente a encarar o ensino com mais profundidade e responsabilidade.

Um professor que possua conhecimentos em HFC pode trazer muitos benefícios para si e para seus alunos, pode-se destacar entre tantos a:

- Tomada de consciência que sua formação e sua atividade docente podem estar, fundamentada numa filosofia incoerente e incorporada sem a devida reflexão;
- Transmissão de uma visão mais realista e humana da ciência, favorecendo o aumento do interesse e compromisso dos alunos com a disciplina;
- Não confundir o que se postula com o que se deduz; a convenção com os dados; a coisa com suas qualidades; o objeto com seu conhecimento, etc.;
- Promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos nos estudantes, tendo bem claro, por exemplo, os limites de validade e exatidão dos contextos linguísticos e substanciais;
- Compreender o dogmatismo no conhecimento científico, incentivando a análise crítica de seus alunos;

- Favorecer que os estudantes compreendam a complexa natureza da metodologia científica e sua relação com a realidade;
- Deslocar a atenção da resposta para o problema, do macete para a explicação, da lei empírica para a teoria.
- De mostrar aos alunos que o avanço da ciência não é linear, mas que cada nova contribuição trás consigo novos problemas, em que velhas suposições podem respondê-los, e hipóteses atuais serem contestadas, que cada problema tem vários níveis de solução onde ninguém terá a última palavra sobre o assunto.
- Em síntese, favorecer, seja em sala de aula, seja no laboratório, que os alunos construam o conhecimento científico com uma metodologia compatível com a utilizada pela comunidade científica.

Partiremos agora para a busca e coleta de experiências em HFC já publicados, visando analisar exemplos concretos da utilização desta área de pesquisa. É hora de voltarmos ao diálogo.



3 Pesquisa em Periódicos e Eventos

Algumas semanas se passaram desde que Saga e Toth começaram a buscar e separar o material de pesquisa. Essa tentativa inicial gerou alguns problemas como veremos a seguir:

Saga: Oi professor! Lembra-se de nosso projeto?!

Toth: Olá! Sim lembro muito bem dele. Sabe que no dia fiquei bem animado, até olhei algumas coisas, mas não tive mais tempo para continuar.

Saga: Entendo, também não foi fácil para mim. Consegui separar todas as edições da RBEF para a gente analisar, na verdade trouxe elas aqui para a escola, lembra? Tínhamos combinado de fazer isso na hora-atividade.

Toth: Lembro sim Saga. Gostei da ideia de buscar uma metodologia diferenciada, mas não quero que isso seja um compromisso, entende?!

Saga: Entendo.

Toth: Posso estar acompanhando você em alguma coisa, mas deixo claro que não acredito que a História ou a Filosofia da Ciência possa ajudar minha prática de ensino. Só para você entender essa minha posição, andei lendo algo a respeito dessa estratégia de ensino e reparei que o enfoque histórico costuma utilizar-se da leitura de textos. Quando percebi isto já fiquei desanimado.

Saga: Mas por quê?

Toth: Ora, a maioria dos alunos não gosta de ler. Na verdade eu tenho minhas dúvidas se alguns sabem ler! Então acho que esse é um grande obstáculo. Não vai dar certo.

Saga: Olha, realmente sei que esse é um problema, mas não podemos desistir assim tão fácil. Podemos ler para eles se for o caso ou pedir para alguém ler.

Toth: É... mas ainda assim vou ter que alterar meu planejamento de aula. Ao utilizar textos, vou ter menos tempo para trabalhar com exercícios. Como te disse, posso te auxiliar um pouco, mas esse trabalho será apenas extraclasse!

Saga: Tudo bem Toth, sei que não é tarefa fácil. Eu não sei como trabalhar com o enfoque histórico, nem me arriscaria a usá-lo agora nas aulas. Espero primeiramente compreendê-lo para no futuro saber por mim mesma se ele é viável e benéfico para o ensino.

Toth: Colocado nestes termos, eu concordo em ajudá-la.

Saga: Ótimo, agora vamos olhar as edições que trouxe para hoje.

Toth: Ok, só que sugiro irmos a biblioteca, acredito que lá podemos nos concentrar melhor nesse trabalho.

3.1 Um pouco sobre a Metodologia

No desenvolvimento desta pesquisa foi adotado uma abordagem qualitativa, ou seja, análise de relatos de experiência e propostas didáticas que utilizam a HFC em sala de aula, publicados em periódicos e eventos de ensino de física e ciências. Nessa abordagem as técnicas de coleta e análise usadas foram a análise de produções escritas e a análise de conteúdo (BARDIN, 1977).

Segundo Roque Moraes (1999, p. 8) a análise de conteúdo é uma metodologia de pesquisa utilizada para descrever e interpretar o conteúdo de toda uma classe de documentos e textos. Por meio dela, podemos atingir uma compreensão das mensagens escritas que vai muito além de uma leitura comum. Ela pode ser utilizada em materiais provenientes de comunicações orais ou não, como cartas, revistas, livros, entrevistas, vídeos, etc. Entretanto as informações dessas fontes chegam ao pesquisador num estado bruto. Os dados não falam por si mesmos. Sendo necessário um esforço para tornar essas informações compreensíveis.

De certo modo, a análise de conteúdo é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que ele tem dos dados. Entende-se não ser possível uma leitura neutra. Toda leitura implica numa interpretação.

Geralmente ocorrem cinco etapas durante o processo de análise de conteúdo:

1. Preparação das informações;
2. Unitarização ou transformação do conteúdo em unidades;
3. Categorização ou classificação das unidades em categorias;
4. Descrição;
5. Interpretação.

Numa análise qualitativa estas cinco etapas precisam ser precedidas pelas definições normais de um projeto de pesquisa, como o problema e os objetivos da pesquisa, para então buscarmos as informações previstas pelo projeto.

Na preparação devem-se identificar as diferentes amostras a serem analisadas, decidindo sobre quais materiais estão de acordo com os objetivos da pesquisa. Os documentos assim incluídos na amostra devem ser representativos e estarem de acordo com os objetivos da análise.

Na unitarização é definido a unidade de análise, parâmetro de conteúdo a ser submetido a classificação. Sua natureza é definida pelo pesquisador, podem ser palavras, temas ou documentos. Essas unidades devem ser identificadas e se possível codificadas, isto ajudará no passo seguinte, a categorização.

A terceira etapa consiste num procedimento de agrupamento de dados semelhantes entre si por algum aspecto de ordem temática ou semântica. São as categorias, que representam o resultado de um esforço de síntese de uma comunicação. É uma ação de classificar elementos seguindo um determinado critério.

A categorização é sem dúvida, uma das etapas mais criativas da análise de conteúdo. Entretanto, seja com categorias definidas a priori, seja com uma categorização a partir dos dados, o estabelecimento de categorias necessita obedecer a um conjunto de critérios. As categorias devem ser *válidas, exaustivas e homogêneas*. A classificação de qualquer elemento do conteúdo deve ser *mutuamente exclusiva*. Finalmente uma classificação deve ser *consistente*. Mesmo admitindo diferenças na aplicação e interpretação destes critérios, é importante discuti-los e compreendê-los. O eventual não atendimento a algum deles numa pesquisa deve ser justificado adequadamente (MORAES, 1999, p.15).

Tem-se em geral que um grande número de categorias trás maior precisão para a classificação. Porém um número excessivo delas pode causar dificuldades de compreensão. Deve-se ponderar bem esta etapa de modo equilibrar essa situação da pesquisa.

A quarta etapa é a descrição. Após a definição das categorias e identificado o material pertencente a elas, é necessário expor o resultado deste trabalho. Na descrição temos o primeiro momento desta exposição. Isto envolve a organização de tabelas, quadros e gráficos, nestes pode-se verificar frequências e inferir tendências.

Para cada categoria, por exemplo, será produzido um texto que expressa o conjunto de significados pertinentes a cada uma delas. Sendo recomendado o máximo de citações diretas dos dados originais da pesquisa.

Por fim depois de apresentadas as descrições chega-se a última etapa do processo que é a interpretação. Nela o pesquisador vai mostrar uma compreensão aprofundada do conteúdo, buscando fazer inferências e generalizações.

É nesta etapa em que o analista comunica o conteúdo manifesto dos autores bem como sobre o conteúdo latente, ocultado de forma consciente ou não por eles. Pode-se optar por duas abordagens básicas aqui, por um lado a abordagem dedutiva, verificatória, enumerativa e objetiva. Por outro lado a abordagem indutiva, gerativa, construtiva e subjetiva. É uma questão da forma como preferencialmente o pesquisador utiliza o raciocínio dedutivo em relação ao indutivo.

A abordagem dedutiva parte de uma teoria, enquanto a indutiva pretende chegar à teoria. A pesquisa sofrerá alterações de procedimentos de análise e de outros aspectos dependendo da abordagem escolhida pelo pesquisador.

Indubitavelmente, a abordagem dedutiva-verificatória possibilita atingir níveis de precisão, rigor e sistematização mais aceitáveis dentro da visão da pesquisa tradicional. Entretanto, esta opção não foge a todo um conjunto de críticas que têm sido levantadas sobre este tipo de pesquisa e suas limitações.

A abordagem indutiva-construtiva toma como ponto de partida os dados, construindo a partir deles as categorias e a partir destas a teoria. É portanto, essencialmente indutiva. Sua finalidade não é generalizar ou testar hipóteses, mas construir uma compreensão dos fenômenos investigados (MORAES, 1999, p.20).

Sendo assim, a análise das propostas didáticas relacionadas a HFC encontradas nos periódicos e eventos da área de ensino de ciências foi composta pelas seguintes etapas:

1. Levantamento dos relatos de experiência de utilização da HFC em aulas de Física;
2. Categorização temática das propostas levando-se em consideração o que cada uma delas tem em comum com as demais. Por exemplo, uso da experimentação, preocupação com o contexto social, etc;
3. Descrição do conteúdo científico como apresentado na Tabela 15 de acordo com os episódios de história da ciência mencionados em cada relato;
4. Descrição do objetivo e da metodologia empregada no trabalho desse conteúdo na abordagem histórica e filosófica, apresentados um por um na Tabela 16;
5. Interpretação do conteúdo buscando revelar os elementos peculiares de uma abordagem de HFC no ensino de Física.

A escolha dos relatos foi feita a partir de uma amostra representativa de revistas da área de ensino de ciências: RBEF, CBEF, FnE, C&E, IENCI e dos eventos do SNEF e EPEF. Os trabalhos foram separados por meio das palavras-chave, títulos e resumos em

que detectamos relações com: história da ciência, filosofia da ciência, NdC, epistemologia, ensino de física, relato de experiência, proposta didática, HFC e abordagem contextual.

A escolha desses periódicos e eventos se deu primeiramente pela própria formação acadêmica do autor. Segundo porque esses trabalhos são o retrato do desenvolvimento da área de ensino de Física aqui no Brasil, sendo previamente analisados por pesquisadores da área que deram seu parecer favorável a publicação. Também por estarem disponíveis para consulta e terem circulação nacional, em especial a escolha dos cinco periódicos por estarem com elevado conceito no ranking Qualis¹ da CAPES.

O levantamento destes trabalhos nos permitiu classificar o conteúdo em nove grupos de elementos semelhantes entre si. Em seguida voltamos nossas atenções para o grupo chave deste trabalho. Propostas didáticas, do qual novas categorias foram surgindo no decorrer das análises.

Classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles. É possível, contudo, que outros critérios insistam noutros aspectos de analogia, talvez modificando consideravelmente a repartição anterior (BARDIN, 1977, p.118).

As categorias estabelecidas foram: biografias, concepções, desenvolvimento de instrumentos e sistemas, estudos históricos do desenvolvimento de teorias, filosofia, história nacional, livro didático, propostas didáticas, fontes primárias e traduções comentadas. Foram organizadas assim, devido a ocorrência regular de trabalhos semelhantes em cada um destes grupos.

No capítulo 4 desta dissertação falaremos com mais detalhes de todas estas categorias, inclusive de outras emergentes, surgidas durante a análise das propostas didáticas.

3.2 Retomando o Diálogo sobre as Revistas

Nesse meio tempo os professores continuam seu trabalho de busca na RBEF. Identificam nas primeiras edições uma média de três artigos de história da ciência por revista. Nas outras semanas essa média dobra para seis e nas últimas edições essa média sobe um pouco mais, quase nove artigos por revista.

Toth: Nossa! Separamos 217 artigos. Acho que nem vamos precisar olhar outra publicação!

¹É o conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. A classificação de periódicos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por processo anual de atualização. Esses veículos são enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; C - com peso zero.

Saga: Mas antes de qualquer decisão, temos agora que separar artigos que efetivamente propõe algo para sala de aula.

A busca torna-se mais minuciosa e depois de mais alguns encontros eles ficam indecisos.

Toth: Minha nossa Saga, isto deve ser algum mau presságio.

Saga: Como assim?!

Toth: Após fechar a contagem das propostas, temos apenas treze trabalhos, logo esse número! Que azar!

Saga: Você acredita nessas coisas, é?!

Toth: Ora, eu não gosto muito desse número. Você não sabia que é costume de alguns países não haver andares com o número 13 nos prédios?

Saga: Nossa que povo supersticioso!

Toth: Na Fórmula 1, por exemplo, não existe um carro com esse número. O último piloto que correu com esta numeração sofreu um acidente fatal.

Saga: Puxa! Deve ser por isto que ninguém mais o utilizou. Agora, deixando essa conversa de lado posso dizer que estou surpresa com essa quantidade de artigos! Achava que encontraríamos muito mais. Não é o foco da revista o ensino de física?!

Toth: Deveria, mas percebo que tem muita publicação voltada para pesquisa, sem relação com a sala de aula.

Saga: A grande maioria dos artigos é sobre a narração de episódios históricos e biografias. Elas ajudam a entender o contexto, mas ainda não sei como usar esse material.

Toth: E eu acho que ele não é apropriado para o ensino médio. A linguagem é difícil. Além disso, são textos muito longos!

Saga: Alguns trabalhos são pesquisas em torno das concepções espontâneas de alunos e professores. Não sei o que podemos aproveitar disso.

Toth: Saga, você não me disse que tinha um professor da faculdade que te falou desse enfoque? porque não conversamos com ele?

Saga: É mesmo. O professor Salviati é um especialista nessa área.

Toth: Que nome diferente!

Saga: Ele é italiano, mas mora no Brasil há uns cinco anos. Apesar do sotaque é possível entendê-lo.

Toth: Então, vamos conversar com ele sobre nosso projeto?

Saga: Vamos. Se tem alguém que pode nos ajudar nessa pesquisa essa pessoa é ele.

Saga e Toth conseguem marcar um horário para o encontro. Eles levam as informações que conseguiram pesquisando a RBEF e esperam receber alguma ajuda.

3.3 Artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física

Trata-se do periódico mais antigo em circulação. De sua primeira edição em 1979 até 2013, contamos com 35 volumes geralmente divididos em quatro edições. A proposta da revista segundo sua página na internet é o de ser uma:

Publicação de acesso livre da Sociedade Brasileira de Física (SBF) voltada à melhoria do ensino de física em todos os níveis de escolarização. Através da publicação de artigos de alta qualidade, revisados por pares, a revista busca promover e divulgar a física e ciências correlatas, contribuindo para a educação científica da sociedade como um todo. Ela publica artigos sobre aspectos teóricos e experimentais de física, materiais e métodos instrucionais, desenvolvimento de currículo, pesquisa em ensino, história e filosofia da física, política educacional e outros temas pertinentes e de interesse da comunidade engajada no ensino e pesquisa em física (SBF, 2013).

Ao examinarmos cada um de seus volumes, foi possível a separação de 217 artigos que se relacionam ao tema HFC de um universo de 1670² trabalhos publicados nesse periódico até 2013. Foi identificado 13 propostas didáticas de utilização do enfoque histórico e filosófico da ciência em sala de aula.

A separação dos artigos se deu pela presença de unitermos ligados a HFC. Em alguns volumes não havia a presença de palavras-chave como tradicionalmente é feito hoje em dia, por isso foram lidas todas as introduções para a identificação desses unitermos. Em alguns volumes a revista conta com a seção História da Física e Ciências Afins que facilitou a separação.

Inicialmente, não havia uma seção específica de HFC, então muitos dos artigos eram colocados em seções do tipo Divulgação, Diversos, Materiais e Métodos. Em 1993 criou-se a seção Epistemologia e história da física que no ano seguinte torna-se História da Física e a partir da terceira edição de 2002 o nome que permanece até hoje é História da Física e Ciências Afins. Mas apesar de haver essas seções para organizar melhor os conteúdos, ainda assim foi encontrado artigos de HFC nas seções mais gerais. Enfim teve-se que olhar todos os artigos para que nada passasse despercebido. Os dados da Tabela

²Contagem de todos os trabalhos, edição por edição.

1 explicitam a quantidade de artigos por ano que a revista publica relacionado ao tema. Destes separamos a quantidade de propostas didáticas para as análises.

As treze propostas encontradas representam cerca de 6% do total de trabalhos de HFC da revista. São descritos com exatidão na Tabela 2, passando a ser nomeados nas tabelas seguintes como: A1, A2, A3 e assim por diante até a proposta A13, para em seguida procedermos às análises das estratégias de ensino.

Fazendo uma análise da produção de nossa temática nesta revista, percebe-se uma tendência de crescimento tanto no número de artigos como no número de propostas didáticas publicadas (Figura 14), o que nos leva a acreditar que a HFC vem conquistando maior espaço e interesse pela comunidade de físicos e educadores.

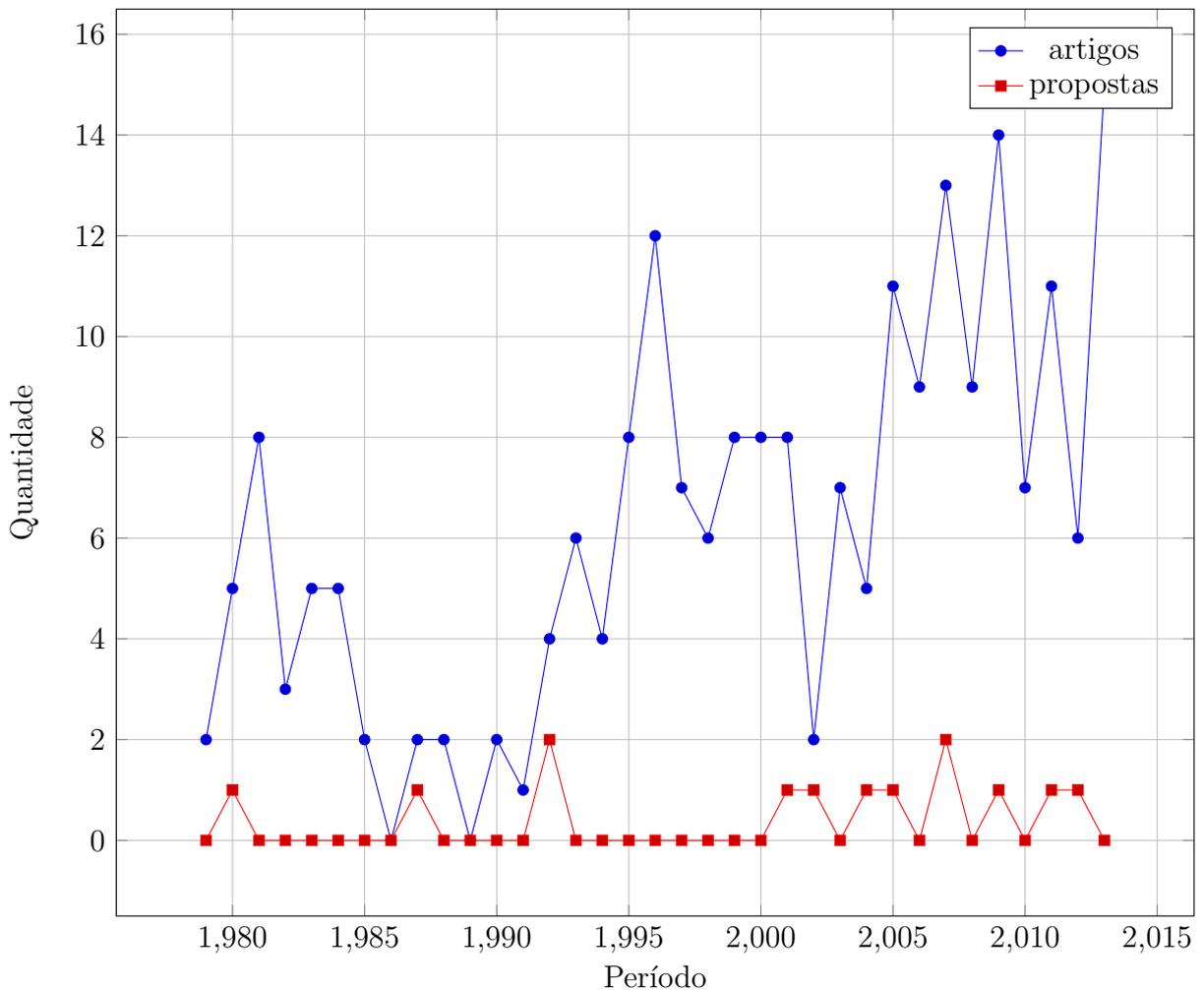


Figura 14: Produção em HFC na RBEF de 1979 a 2013

Fonte: Autor da pesquisa

Tabela 1: Distribuição de Artigos de HFC na RBEF entre 1979 a 2013

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
1979	2	0
1980	5	1
1981	8	0
1982	3	0
1983	5	0
1984	5	0
1985	2	0
1986	0	0
1987	2	1
1988	2	0
1989	0	0
1990	2	0
1991	1	0
1992	4	2
1993	6	0
1994	4	0
1995	8	0
1996	12	0
1997	7	0
1998	6	0
1999	8	0
2000	8	0
2001	8	1
2002	2	1
2003	7	0
2004	5	1
2005	11	1
2006	9	0
2007	13	2
2008	9	0
2009	14	1
2010	7	0
2011	11	1
2012	6	1
2013	15	0
TOTAL	217	13

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

Tabela 2: Lista de Trabalhos Seleccionados da RBEF

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
A1	1980	CEOLIN, M. F.; RIPPER, J. E.	Laser visto por um físico do século XVIII
A2	1987	MEDEIROS, R. T.	Philosophiae Naturalis Principia Mathematica: uma proposta didática
A3	1992	COELHO, S. M.; NUNES, A. D.	Análise de um texto do século XVII, “A grande experiência de equilíbrio dos líquidos”, de Pascal: aspectos do método experimental e reflexões didáticas
A4	1992	PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A.	As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação de força e movimento
A5	2001	CUNHA, A. L.; CALDAS, H.	Modos de raciocínio baseados na teoria do impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio
A6	2002	MAGALHÃES, M. F.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C.	Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma aplicação da história da física. Revista Brasileira de Ensino de Física
A7	2004	DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M.	A Gravitação Universal (Um texto para o Ensino Médio)
A8	2005	PEDUZZI, L. O. Q.; BASSO, A. C.	Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio
A9	2007	MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F.	“História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência
A10	2007	GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C.	Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem
A11	2009	PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q.	Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula
A12	2011	SILVA, L. C. M.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C.	A carga específica do elétron. Um enfoque histórico e experimental
A13	2012	RIBEIRO JR., L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C.	Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

3.4 Diálogo

Ao chegar no setor de Educação da Universidade, nosso heróis reúnem-se no gabinete do professor Salviati, onde esperam encontrar respostas sobre o enfoque histórico e filosófico da ciência no ensino de física.

Saga: Olá professor Salviati, que bom revê-lo! Como havíamos combinado trouxe o professor Toth para conhecê-lo.

Toth: Bom dia professor.

Salviati: *Buon giorno*, muito prazer! Fico feliz quando recebo visitas, principalmente de egressos. *Che cosa* posso ajudá-los?

Saga: Temos trabalhado em um projeto visando melhorias em nossa prática de ensino. Estamos buscando entender como a história e a filosofia da ciência pode nos auxiliar.

Toth: Estivemos separando artigos da RBEF e achamos muitos deles relacionados a história da ciência, mas muito poucos relacionados ao ensino!

Salv: *Capisco!* O uso da HFC no ensino é *una* das tendências de pesquisa *che* temos *oggi*, a dificuldade *che* encontraram gradualmente está sendo resolvida.

Saga: O senhor poderia nos ajudar a preparar aulas baseadas neste tipo de enfoque?

Salv: *Chiaro!* Mas o *che* vocês já estudaram a respeito?

Saga: Bom, para dizer a verdade não muita coisa. Só ficamos curiosos como HFC possibilita uma mudança na visão e postura dos alunos frente a Física.

Toth: Quem sabe eles poderiam ter mais interesse na disciplina e maior participação nas aulas...

Salv: Algo *che* vocês devem ter *coscienza* é de *che* essa área de pesquisa tem suas vantagens mas também apresenta desafios. Para *che* os senhores possam ter *una nozione*, *storia* factual *non* é HFC, motivação *non* é HFC, biografias também *non*. A HFC *aiuta* a construir contextos, por isto é uma área do conhecimento *che* facilita o aprendizado, bem como a problematização *della scienza*.

Saga: O senhor poderia falar de sua experiência com essa abordagem?

Salv³: *Va bene*. Quando comecei a ensinar física na escola secundária percebia *che* a maioria dos alunos apresentavam dificuldades, pois o ensino de física era desvinculado do seu cotidiano, achavam *molto difficile*, muitas equações, que *non* havia sentido estudar

³Parte das falas de Salviati foram baseadas numa entrevista concedida pelo grupo Teknê a revista Ciência Hoje, no ano 2009, disponível no youtube com o título: conversa com integrantes do grupo Teknê.

aquelas questões. Foi tentando buscar um pouco entender *che* ensino é esse, para *che* serve essa *scienza*, qual o papel dessa matemática *che* me deparei com a *storia della scienza*. Onde consegui encontrar *alcune risposte* e desenvolver *una strategia* para aproximar os alunos *della scienza*.

Toth: O que é isso que disseste sobre uma estratégia? Eis que é isto que Saga e eu estamos buscando.

Salv: Por exemplo, se *io* vou trabalhar as leis de Newton, *che* è um assunto típico de ensino médio. *Io* vou trabalhar com meus alunos as seguintes questões: quem foi Newton? Aonde ele trabalhou? Quais são as questões culturais envolvidas nesse ambiente em *che* ele desenvolveu essas leis? Quais os diálogos *che* ele teve com outras pessoas que *non* foram cientistas e *che* outros cientistas ele dialogou? Para de alguma forma *mostrare che* aquilo ali *non* são regras fechadas, leis imutáveis, mas *che* è na verdade *una storia che* foi sendo construída a respeito da natureza para se *studiarla*.

Saga: Eu li algo a respeito. Quando utilizamos HFC no ensino, conseguimos humanizar o cientista, mostrando a vida dele, seus erros, seus acertos, as questões culturais, políticas, sociais que influenciam as teorias científicas, não é isso?

Salv: *Sì*. Mas deve-se ter certo cuidado, pois nem todos aceitam *che questioni esterne* como as *che* você citou influenciam no desenvolvimento das teorias. O *che* se aceita é *che* o estudo desse entorno histórico e social, *aiuta* na compreensão *della scienza*.

Toth: Mas tudo isso vai dar um trabalhão! Pois além de ter de pesquisar todas essas informações, ainda tem que pensar uma forma de transpor todo esse conhecimento para a sala de aula. Porque preciso fazer isso? E como que o estudo desse entorno histórico, social ou cultural vai me ajudar?

Salv: Como disse inicialmente, o trabalho com o enfoque histórico é um desafio, *non* é a intenção do campo facilitar a vida do professor, mas sim de buscar no estudo destas outras áreas, elementos *che* vão dar significado ao *contenuto* abordado na aula de física. Utilizamos estratégias de ensino com o intuito de contextualizar o desenvolvimento científico. Seus alunos vão adquirir *la nozione della* física como um processo de confronto de ideias e *non* de acúmulo de informações *organizzate* como aparecem nos livros didáticos. Eles estarão seguindo o mesmo caminho *che* a comunidade científica segue para *costruire la scienza*.

Saga: De que forma o Senhor consegue correlacionar as questões da física com a cultura?

Salv: Em cada época existem questões *che* estão motivando o homem a *pensare*. Essas questões perpassam as criações *che* os homens fazem. Por exemplo, você tem criações no

campo *della scienza che* são teorias, você tem criações no campo *dell'arte, che* são suas obras. Estudando ambas comecei a perceber *una* ligação muito grande entre as obras de arte *che* são produzidas num determinado tempo e as teorias científicas *che* são produzidas no mesmo período. Vemos isso *nel passaggio* da mecânica clássica para a física moderna, quando Einstein escreve cinco artigos importantes em 1905 *che* revolucionam a física e a ideia de movimento que altera o conceito de espaço e tempo. É muito interessante *che nell'arte* do final do século XIX, na pintura principalmente, surgem quadros em *che* se percebe a preocupação dos pintores com estas questões de espaço e tempo. Na literatura também. O escritor britânico H. G. Wells escreve *La macchina del tempo*, em 1895, dez anos antes de Einstein escrever esses artigos, e você nota *che* tem questões ali *che* estão muito relacionadas com a teoria da relatividade *che* ainda vai nascer.

Toth: Muito interessante! Mas a algo que ainda não entendi. Penso que o cientista não está assim tão ligado com as outras áreas como o senhor expôs, apesar de realmente existir esses exemplos. Vou tentar explicar melhor. Certa ocasião trabalhei na pesquisa de supercondutores. Tínhamos uma agenda de trabalho tão restrita às questões técnicas como a dopagem de materiais, testes de amostra, cálculos de resposta que, nem eu muito menos os outros colegas do grupo estávamos buscando respostas na arte, música ou algo do gênero. Nosso trabalho era muito fechado, focado na teoria BCS⁴ que concordava muito bem com as observações experimentais nos supercondutores. A ciência como a entendo é praticada desta forma, seguindo-se um método, disciplinada, relacionada ao ferramental matemático, não acha?

Salv: *Sì*, concordo com o professor. Normalmente *la scienza* é uma atividade hermética, com uma estrutura bem definida. Quando *ho parlato* das relações com outras áreas, elas são perceptíveis em determinados momentos, mais especificamente nos momentos de *crisi* e de renovação!

Toth: Como assim, em crise?

Salv: Quando ela *non* consegue mais explicar determinados fenômenos ou a agenda de *lavoro* começa a se esgotar. Como foi o caso da passagem do modelo geocêntrico para o heliocêntrico na idade média ou da passagem da mecânica clássica para a física moderna, nesses momentos é *che* percebemos *che* essa ligação com outras áreas começa aflorar. Os homens estão de alguma maneira, preocupados com as mesmas questões, é como se *qualcosa* estivesse afligindo as pessoas e cada um no seu campo começa a tentar produzir respostas para essas questões.

Toth: Compreendo. Quando as teorias científicas não conseguem explicar determina-

⁴A teoria BCS, união das iniciais dos seus autores, foi desenvolvida em 1957 por John Bardeen, Leon Cooper, e Robert Schrieffer e explica o fenômeno da supercondutividade. Prêmio Nobel de física em 1972.

dos questionamentos, começa a haver espaço para a especulação. Mas não entendo como uma pintura de Salvador Dalí, por exemplo, pode ajudar Einstein a formular a Teoria da Relatividade.

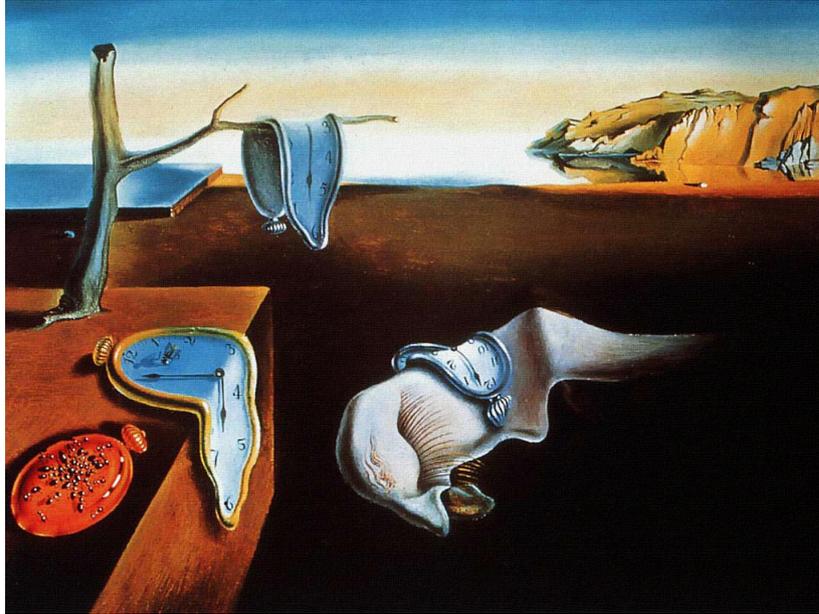


Figura 15: A Persistência da Memória

Fonte: Google Images (2013)

Salv: E de fato *non* o ajudou! Esta pintura é de 1931, portanto posterior a teoria da relatividade. Acho *che non* me expressei muito bem, o *che* Dalí fez ao pintar o quadro “*La persistenza della memoria*”, foi através dos relógios flácidos expressar a relatividade do tempo e espaço, previsto nesta teoria. O tempo deixou de ser um invariante e passou a ser *una grandezza* relativa. Quando usamos *una* produção artística dessa natureza em sala de aula, estamos motivando nosso aluno a *comprendere* aspectos do tempo *che* provavelmente lhe eram desconhecidos.

Saga: É como um ponto de partida para uma discussão mais detalhada, peculiar de nossa disciplina, não é mesmo?!

Salv: *Sì*, o uso dessas produções artísticas e literárias trazem esse benefício inicial da motivação, além de permitir *la comprensione che* toda concepção espacial e temporal é histórica e faz parte da cultura dos homens.

Toth: Mas como seria esse tipo de ensino de história e filosofia da ciência na sala de aula? Seria mais parecido com uma aula de história do que com uma aula de ciências?

Salv: *Non*, primeiro porque *non* somos professores de *storia* e segundo *che* entrar numa sala de aula e ficar narrando fatos, *non* tem muito sentido. *Non* é esse tipo de *storia che* costume fazer. É mais tentar mostrar aos alunos essas ligações *che la scienza* tem com as outras áreas do conhecimento. Uso alguns recursos para conseguir isso, como

a leitura de livros, a passagem de trechos de filme, a análise de pinturas e o estudo de alguns artefatos. Por exemplo, para mostrar aos alunos o contexto do nascimento do eletromagnetismo, *che è* um ambiente de muitas questões filosóficas, utilizo o livro *Frankenstein* de Mery Schelley. Trabalho o prefácio do livro, bem como o filme *Frankenstein* do diretor britânico Kenneth Branagh. O filme é bom para ambientar, mostrar a imagem e o contexto de como aquelas questões estão colocadas. O prefácio é muito rico, porque ele trás uma pessoa *che non è* da área *della scienza* e *che* apresenta questões que *la* própria *scienza* estava tentando responder. Seria a eletricidade o princípio *vitale*? O *che* se faz é extrair alguns elementos desses outros campos para trazer para a sala de aula. O filme *non è* passado inteiro, mas por partes, onde são feitas discussões. Existem outros filmes *che* podem ser utilizados. Para estudar Galileu, sugiro o filme *Il nome della rosa* de Jean Jacques Annaud. Para contextualizar o século XVII, utilizo o filme *La ragazza con l'orecchino di perla* de Peter Webber. Este filme é apropriado para estudar as lentes e como estes *strumentos otticos* começam a influenciar a arte da pintura.

Toth: Mas uma hora será preciso parar com essas coisas e ensinar física, não acha?! Precisamos ensinar os conceitos, suas aplicações e partir para resolução dos problemas, ou o senhor utiliza-se de filmes em todas as aulas?

Salv: *Non*, nem sempre minhas aulas são assim. O uso de literatura e filmes são estratégias para abordar determinados assuntos. É essencial também *lavorare* as aplicações da física, a resolução de exercícios. *Una cosa* importante a dizer é *che io non* quero transformar o curso de física num curso de *storia della scienza*, *io* busco o uso da *storia* da física para mostrar *che* a física é um conhecimento cultural, produzido por homens inseridos num tempo e espaço e *non è* um conhecimento mágico.

Saga: Puxa é isto que tinha em mente quando propus ao Toth esse projeto. Muito obrigado professor por compartilhar suas experiências.

Salv: *Io* sempre *incoraggiato* meus alunos da graduação a buscarem trabalhar a física *tradizionale* com esse olhar para outras questões, permitindo esse diálogo com as áreas da literatura, das artes, da filosofia , da *storia*, etc.

Toth: Sempre fui aquele professor tradicional que trabalha as equações matemáticas como a parte mais importante. Nunca parei para pensar se isto fazia algum sentido para os alunos. Na verdade pelas notas que eles tiram com certeza não faz sentido nenhum! Percebo que preciso repensar essa abordagem. Posso utilizar elementos da HFC para dar significado a física do ensino médio, mas ainda não sei como fazer isto.

Salv: O enfoque histórico e filosófico *della scienza* no ensino exige muito estudo. Vai além do *che io* e vocês aprendemos dentro da *università*, por isso *che* vocês *non* observaram muitos trabalhos *di questo tipo* na pesquisa. Existem alguns grupos aqui no

país *che* podem ajudá-los, como o grupo do professor Luiz Orlando de Quadro Peduzzi da *Università* Federal de Santa Catarina *che attualmente* tem um projeto de pesquisa trabalhando a evolução dos conceitos da física pelo viés HFC e fundamentado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Temos o grupo do professor Olival Freire Junior da Federal da Bahia *che* estuda a *storia* da física do século XX; o grupo carioca Teknê dos colegas Marcos Braga, Andréia Guerra e o José Claudio Reis *che si propone* a formação de professores em HFC e o grupo de *storia*, Teoria e Ensino *della scienza* do professor Roberto Martins que é referência em termos de pesquisas historiográficas.

Saga: E quanto às críticas?! Existem desvantagens ou problemas no uso desta área de pesquisa?

Salv: Alguns pesquisadores como o historiador *della scienza* Martin Klein desaconselha o uso de HFC no ensino pelo fato de nossos professores *non hanno una formazione adeguata* em *storia della scienza*, o *che* implica na escolha errada de textos para o trabalho pedagógico.

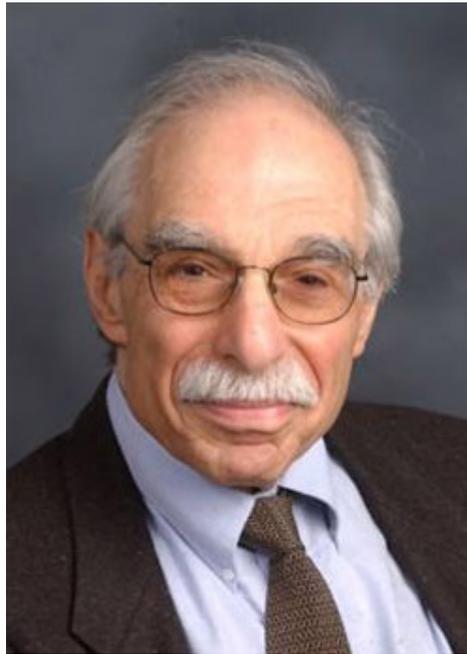


Figura 16: Retrato de Martin Jesse Klein (1924-2009)
Fonte: HSS (2013)

Saga: Mas como assim? existem textos inadequados de história da ciência?

Salv: Klein percebeu a existência de muitos textos de *storia della scienza* de má qualidade, *che* costumam tratar de determinado cientista, apresentando pouca ou nenhuma informação contextual, de modo a parecer *che* tudo se deu pelo trabalho fantástico ou à *ispirazioni* milagrosas de um único indivíduo. *Pertanto*, é necessário *che* o professor esteja atento à qualidade do material *che* vai utilizar, procurar saber quem é o autor, se

ele tem competência para escrever sobre o assunto, se as referências são adequadas e mais ainda, que tipo de *scienza che vuole trasmettere*. Sugiro a leitura de textos do professor Roberto de Andrade Martins, eles são bons exemplos para *studiare*.

Toth: E os livros didáticos? Suponho que eles tragam textos adequados, pois também passam por revisão e seleção, não é mesmo?!

Salv: Este é outro ponto de discussão, pois nem tudo o *che* se encontra nos livros didáticos é autêntico, muitas das histórias mais conhecidas e divulgadas são lendas sem *fondamento*. Os autores dos livros por mais boa vontade *che* possuem, *non* tem um conhecimento profundo de *storia della scienza*, incorrendo em erros. Quem quer ensinar *una corretta storia della scienza* deve se basear em bons estudos históricos.

Toth: Nossa! Não se pode confiar nem nos livros? Estamos perdidos!

Salv: Calma! A função dos livros é mostrar a linguagem e o estágio consolidado *della scienza* atual. Devido a essa característica ele acaba sendo elaborado de forma a-histórica. Vejamos o *che* Thomas Kuhn nos diz sobre esses livros. Está bem aqui:

É característica dos manuais científicos conterem apenas um pouco de história, seja um capítulo introdutório, seja, como acontece mais frequentemente, em referências dispersas aos grandes heróis de uma época anterior. Através dessas referências, tanto os estudantes como os profissionais sentem-se participando de uma longa tradição histórica. Contudo, a tradição derivada dos manuais, da qual os cientistas sentem-se participantes, jamais existiu. Por razões ao mesmo tempo óbvias e muito funcionais, os manuais científicos (e muitas das antigas histórias da ciência) referem-se somente àquelas partes do trabalho de antigos cientistas que podem facilmente ser consideradas como contribuições ao enunciado e a solução dos problemas apresentados pelo paradigma dos manuais. Em parte por seleção em parte por distorção, os cientistas de épocas anteriores são implicitamente representados como se tivessem trabalhado sobre o mesmo conjunto de problemas fixos e utilizando o mesmo conjunto de cânones estáveis que a revolução mais recente em teoria e metodologia científica fez parecer científicos. Não é de admirar que os manuais e as tradições históricas neles implícitas tenham de ser reescritos após cada revolução científica. Do mesmo modo, não é de admirar que ao ser reescrita, a ciência apareça, mais uma vez, como sendo basicamente cumulativa (KUHN, 2011, p.177-178).

Toth: Então quando trabalhamos com HFC no ensino, não estamos indo na contramão do que os manuais da ciência ensinam? Afinal de contas, todos precisamos de heróis.

Salv: É uma questão de escolha meu amigo. Quando ensino Física usando uma abordagem HFC decido mostrar uma visão *della scienza* mais coerente com o *che* ela realmente é. Nossos heróis antes de tudo também são humanos!

Toth: Que seja. Agora onde podemos encontrar textos confiáveis, que revelariam essa

ciência mais real?

Salv: Na RBEF vocês já encontraram boas referências. Sugiro agora que continuem suas pesquisa no CBEF e nos *eventi organizzati* pela SBF como o simpósio nacional de ensino de Física, esses trabalhos e publicações são sempre avaliados por especialistas antes de serem impressos, o que torna sua utilização mais confiável. Outros recursos *che* os historiadores da *scienza* adoram são as fontes primárias: livros, manuscritos e cartas *originali dei filosofi che* ajudaram na construção *della scienza*, também eles recorrem as fontes secundárias, escritos por outros historiadores *che* estudaram determinado assunto.

Saga: Vamos fazer isso então. Será que poderíamos voltar para contar como foi nossa experiência?

Salv: Naturalmente *che sì*, me avisem com antecedência para poder agendar *il vostro ritorno*.

Saga: Obrigado professor Salviati por sua atenção e ajuda, em breve retornaremos.

Saga e Toth prosseguem suas investigações, seguindo os conselhos do professor Salviati, partem para a separação de artigos no CBEF, IENCI, C&E, FnE e depois na separação de trabalhos do SNEF e EPEF, a seguir uma descrição dessas fontes.

3.5 Artigos do Caderno Brasileiro de Ensino de Física

O CBEF, publicação tradicional da área de ensino de física, nasceu com o nome Caderno Catarinense de Ensino de Física, no ano de 1984, associado ao Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina. No editorial da primeira edição lemos:

Nosso grande objetivo é criar um instrumento que permita a todos os Professores de Física de nosso Estado, em especial aos do Ensino Médio, interagirem através da troca de experiências didáticas, artigos de divulgação científica, sugestões de experimentos e política educacional (PEDUZZI, 1984, p.2).

A partir da primeira edição do décimo nono volume passa a se chamar CBEF, mostrando que sua influência já não se limitava apenas a um estado da federação. Atualmente na sua página da internet lemos que o CBEF:

É um periódico quadrimestral, arbitrado, indexado, voltado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física. Também é amplamente utilizado em pós-graduações em Ensino de Ciências/Física e em cursos de aperfeiçoamento para professores do Nível Médio. Tem por objetivo promover uma disseminação efetiva e permanente de experiências entre docentes e pesquisadores, visando a elevar a qualidade

do ensino da Física tanto nas instituições formadoras de novos professores quanto nas escolas em que esses docentes irão atuar (UFSC, 2013).

Existe uma seção específica de História e Filosofia da Ciência na revista, onde geralmente encontramos um ou dois artigos publicados, mas nem sempre foi assim. Até o volume 27 (2010) estes trabalhos eram publicados na seção artigos, juntamente com trabalhos de outros enfoques. Conseguimos selecionar 88 artigos relacionados ao tema, destes 7 se enquadram como propostas didáticas para sala de aula, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Distribuição dos Artigos de HFC no CBEF entre 1984 a 2013

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
1984	0	0
1985	3	0
1986	0	0
1987	1	0
1988	7	0
1989	6	0
1990	6	0
1991	1	0
1992	1	1
1993	2	0
1994	1	0
1995	1	0
1996	3	0
1997	2	0
1998	3	0
1999	2	0
2000	3	0
2001	1	0
2002	4	0
2003	2	0
2004	3	2
2005	4	1
2006	1	0
2007	2	0
2008	3	0
2009	4	1
2010	5	0
2011	8	1
2012	4	1
2013	5	0
TOTAL	88	7

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

As sete propostas encontradas representam cerca de 8% do total de trabalhos de HFC

da revista. São descritos com exatidão na Tabela 4, passando a ser nomeados nas tabelas seguintes como: B1, B2, B3 e assim por diante até a proposta B7, para em seguida procedermos às análises das estratégias de ensino.

Tabela 4: Lista de Trabalhos Selecionados do CBEF

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
B1	1992	NEVES, M. C. D.	O resgate de uma história para o ensino de física
B2	2004	GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio
B3	2004	HÜLSENDEGER, M.	Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos
B4	2005	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
B5	2009	LONGHINI, M. D.; NARDI, R.	Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área
B6	2011	RINALDI, E.; GUERRA, A.	História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino
B7	2012	PEDUZZI, L. O. Q.; TENFEN, D. N.; CORDEIRO, M. D.	Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da física

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

A produção de artigos e propostas em HFC nesta revista também apresenta uma tendência de crescimento (Figura 17) e interesse por parte de seus editores e leitores.

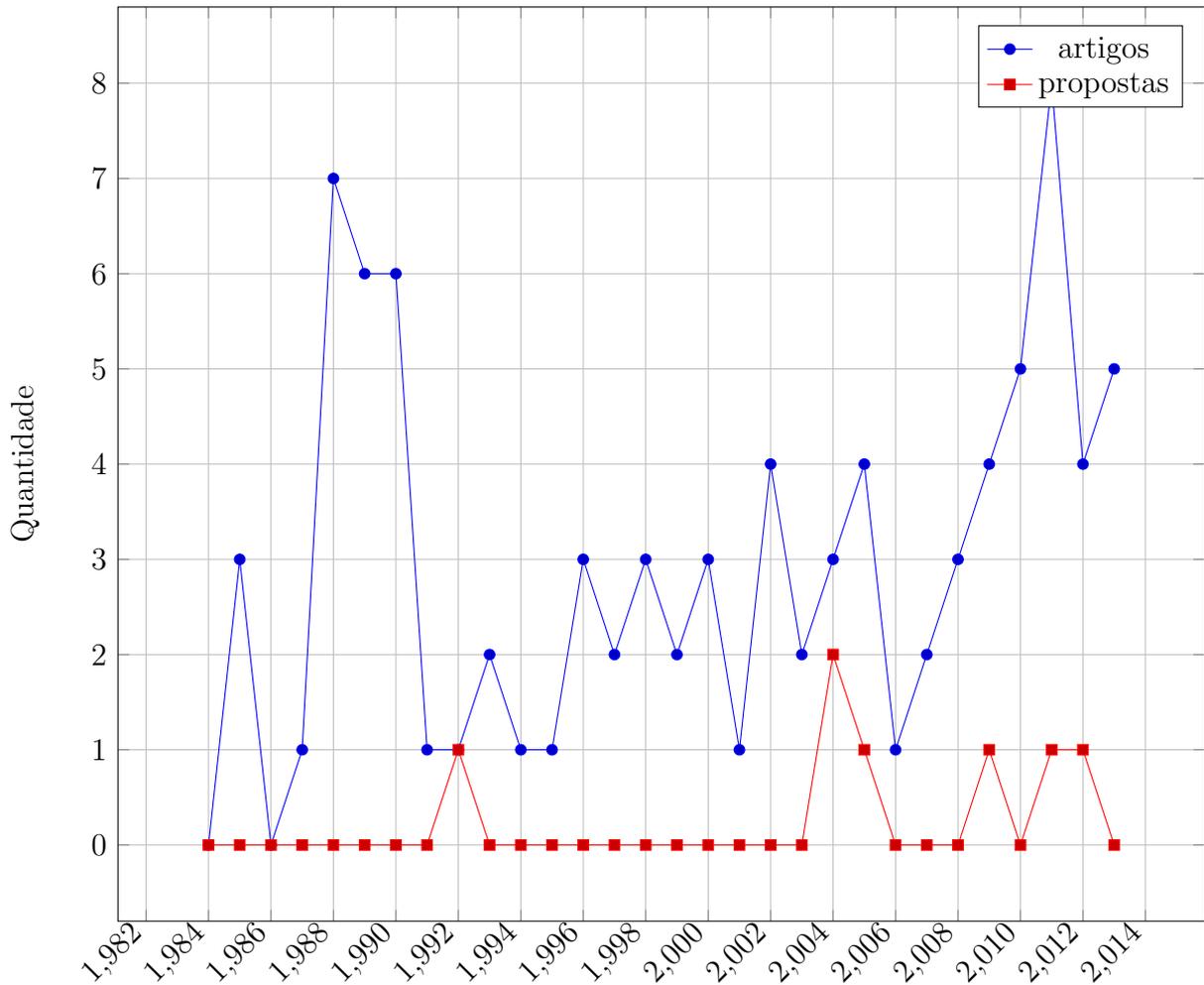


Figura 17: Produção em HFC no CBEF de 1984 a 2013

Fonte: Autor da pesquisa

3.6 Artigos da Revista Investigações em Ensino de Ciências

A Revista Investigações em Ensino de Ciências é uma publicação ligado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Desde 1996 vem publicando artigos voltados para a pesquisa em ensino de ciências. São três edições por ano, não há separação de artigos por seções como visto nos outros periódicos.

Na sua página da internet lemos que:

IENCI é uma revista voltada exclusivamente para a pesquisa na área de ensino/aprendizagem de ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais quando enfocadas de maneira integrada). Somente serão aceitos para publicação artigos de: 1) investigação (i.e., com questão de pesquisa bem definida, com fundamentação teórica/metodológica e referências a estudos relacionados); 2) revisão da literatura em, uma certa área de pesquisa em ensino/aprendizagem de ciências, em um período

de tempo não inferior a dez anos, abrangendo os principais periódicos da área em nível nacional e internacional; 3) fundamentação teórica com implicações claras para a investigação em ensino de ciências, envolvendo referenciais ainda não amplamente difundidos na área; 4) metodologia da pesquisa educacional com relevância direta para a investigação em ensino de ciências; 5) crítica (ou defesa) e comentários sobre artigos publicados na própria revista (UFRGS, 2013).

É dito de forma bem explícita pelo portal que relatos de experiências, propostas didáticas, não associadas a pesquisas, e artigos somente de levantamento de opiniões, de concepções ou de dados numéricos através de questionários ou entrevistas não serão considerados para arbitragem. O que torna o número de trabalhos em história da ciência nesse periódico ser menor se comparado aos anteriores.

Após a verificação de cada uma das edições dos 18 volumes até o final de 2013, foram selecionado 16 artigos relacionados ao tema desta dissertação como listados na Tabela 5.

Tabela 5: Distribuição dos Artigos de HFC na IENCI entre 1996 a 2013

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
1996	0	0
1997	0	0
1998	2	1
1999	0	0
2000	0	0
2001	1	0
2002	1	0
2003	0	0
2004	1	1
2005	0	0
2006	1	0
2007	2	1
2008	0	0
2009	1	0
2010	2	2
2011	3	0
2012	1	0
2013	1	0
TOTAL	16	5

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

As cinco propostas encontradas representam 31% do total de trabalhos de HFC da revista, sendo este o maior percentual encontrado em todos os periódicos. Estas propostas são descritos com exatidão na Tabela 6, passando a ser nomeado nas tabelas seguintes como: C1, C2, C3, C4 e C5, para em seguida procedermos às análises das estratégias de ensino. Na Figura 18 também apresentamos um comparativo da sua produção em HFC

ao longo do anos.

Tabela 6: Lista de Trabalhos Selecionados da IENCI

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
C1	1998	PEDUZZI, L. O. Q.	Um texto de mecânica em nível universitário básico: conteúdo programático e receptividade à seu uso em sala de aula
C2	2004	EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B.	Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências
C3	2007	MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A.	O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física
C4	2010	GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D.	História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores
C5	2010	TEIXEIRA, E. S.; SILVA NETO, C. P.; FREIRE JR., O.; GRECA, I. M.	A construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupo

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

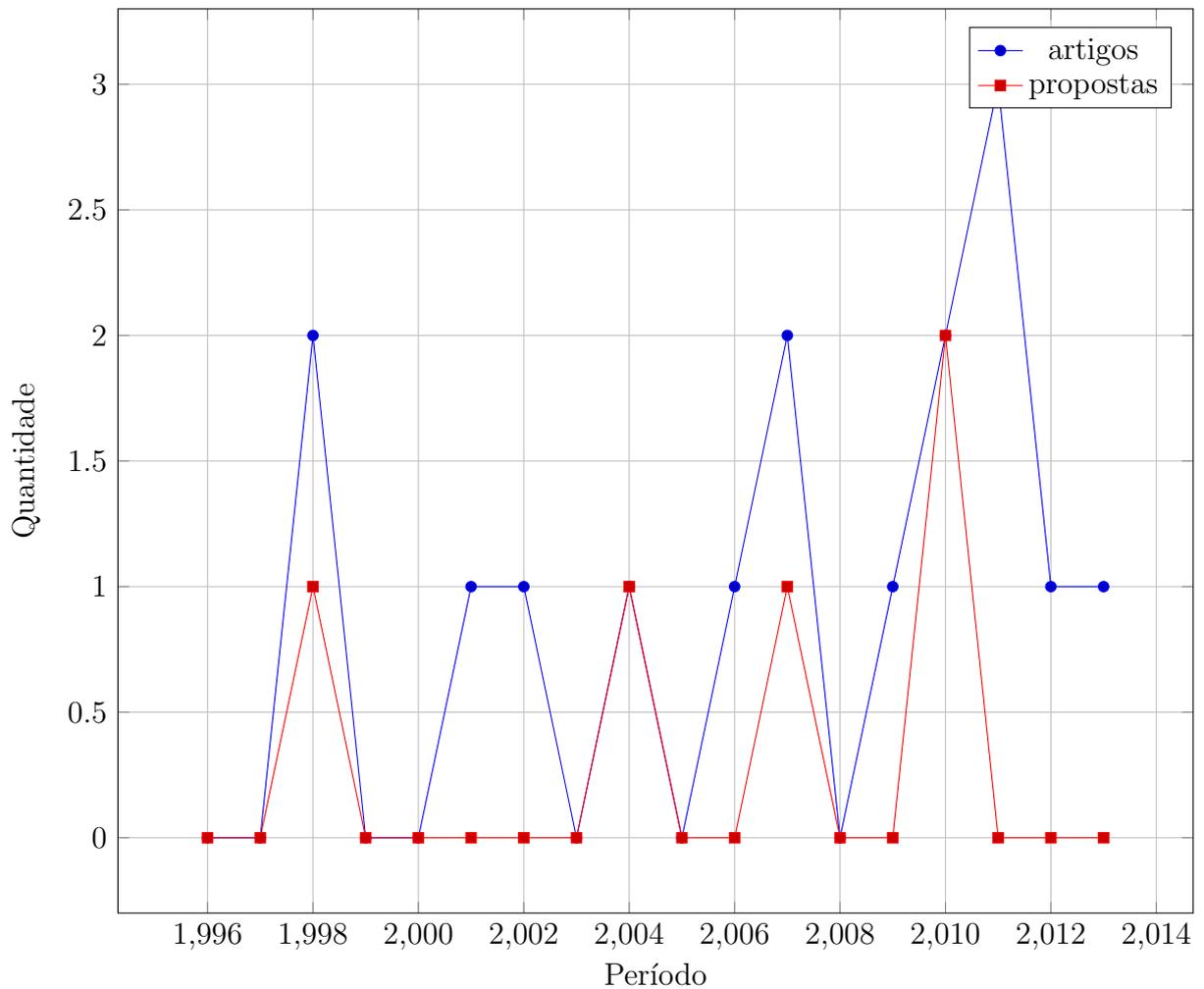


Figura 18: Produção em HFC na IENCI de 1996 a 2013

Fonte: Autor da pesquisa

3.7 Artigos da Revista Ciência & Educação

Esta é uma publicação semestral, ligada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da UNESP, Campus de Bauru. Iniciou seus trabalhos no ano 1998. Na primeira edição seis dos nove artigos inaugurais tinham a HFC como tema. Veremos mais adiante na Tabela 7, a distribuição desses artigos no período. Segundo informações retiradas do próprio site da revista, esta tinha inicialmente a finalidade de:

divulgar os artigos elaborados a partir dos seminários proferidos dentro da programação dos Ciclos de Seminários em Ensino de Ciências, Matemática e Educação Ambiental, transformou-se posteriormente em órgão de divulgação dos trabalhos produzidos pelo curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática e pelo curso de Mestrado em Educação para a Ciência, com área de concentração em Ensino de Ciências, iniciados em 1995 e 1997, respectivamente (UNESP, 2013).

Este projeto inicial de 1995 era apenas para o público interno do programa e rendeu quatro volumes ainda não indexados na página. A partir do quinto volume, agora aberto a toda comunidade, Ciência & Educação cedeu espaço para todos os pesquisadores do Brasil e do exterior interessados em divulgar resultados de pesquisas em Educação em Ciências, Matemática e áreas afins. No ano de 1999 não houve publicação sendo retomados os trabalhos em 2000 até o presente. Com base nos treze volumes disponíveis, separamos 53 trabalhos.

Tabela 7: Distribuição dos Artigos de HFC na C&E entre 1998 a 2013

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
1998	6	1
2000	1	0
2001	2	0
2002	2	0
2003	2	1
2004	12	1*
2005	5	0
2006	0	0
2007	2	0
2008	5	1
2009	3	1
2010	3	0
2011	2	0
2012	3	0
2013	5	1
TOTAL	53	6

*Trabalho Republicado com detalhes na IENCI 2010

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

As seis propostas encontradas representam 11% do total de trabalhos de HFC da revista. São descritos com exatidão na Tabela 8, passando a ser nomeado nas tabelas seguintes como: D1, D2, D3 e assim por diante até a proposta D6, para em seguida procedermos às análises das estratégias de ensino.

Na Figura 19 observa-se a distribuição dos trabalhos em HFC publicados na revista ao longo dos anos. Fazendo uma análise percebe-se que este periódico apresenta uma diminuição de trabalhos desta natureza, a partir de 2005.

Tabela 8: Lista de Trabalhos Seleccionados da C&E

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
D1	1998	BASTOS, F.	O Ensino de Conteúdos de História e Filosofia da Ciência
D2	2003	SILVA, C. C.; MARTINS, R. A.	A Teoria das Cores de Newton: Um Exemplo do Uso da História da Ciência em Sala de Aula
D3	2004	GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D.	A História da Ciência na Formação do Professor de Física: Subsídios para um Curso Sobre o Tema Atração Gravitacional Visando às Mudanças de Postura na Ação Docente
D4	2008	OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F.	O Ensino de História da Química: Contribuindo Para a Compreensão da Natureza da Ciência
D5	2009	TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., F.; EL-HANI, C. N.	A Influência de uma Abordagem Contextual Sobre as Concepções Acerca da Natureza da Ciência de Estudantes de Física
D6	2013	SAITO, F.; DIAS, M. S.	Interface entre História da Matemática e Ensino: Uma Atividade Desenvolvida com Base num Documento do Século XVI

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

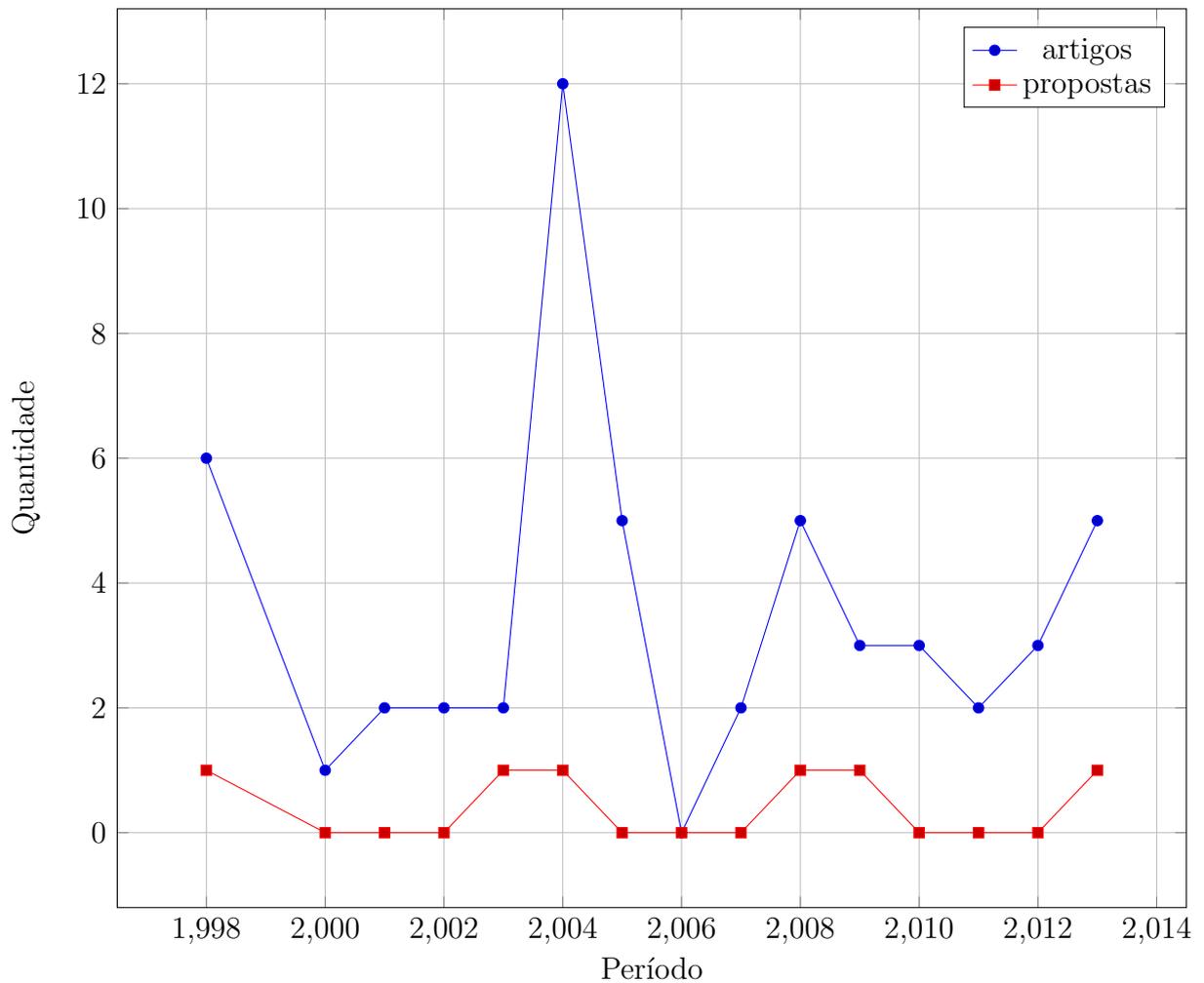


Figura 19: Produção em HFC na C&E de 1998 a 2013

Fonte: Autor da pesquisa

3.8 Artigos da Revista Física na Escola

A revista Física na Escola é o periódico mais recente de nossa pesquisa, nasceu como um suplemento da RBEF no ano de 2000. A SBF entendeu ser o momento apropriado para lançar a revista, devido a necessidade de apoiar as ações pedagógicas dos professores do ensino médio e fundamental. Na carta do editor da primeira edição lemos:

A FnE quer ser a revista de formação e informação de todos os professores do ensino médio e de todos aqueles que se interessam em melhorar a qualidade do ensino de física em todos os níveis (...) Devemos esta revista – em primeiro lugar aos muitos físicos preocupados com o ensino e aos inúmeros professores do ensino médio que reivindicavam uma posição mais expressiva na vida da SBF (STUDART, 2000, p.3).

A revista é dividida em seções como: artigos gerais, faça você mesmo, relatos de sala de aula, etc. Em especial ela já nasce com a seção história da Física e ensino, abordando temas de história da ciência que muito nos interessa.

Curiosamente, a última edição da revista é de maio de 2012, não sabemos por que motivos não foi editado as edições de outubro de 2012 e maio 2013. Dentre os 13 volumes pesquisados foram selecionados 39 artigos como mostrado na Tabela 9.

Tabela 9: Distribuição dos Artigos de HFC no FnE entre 2000 a 2012

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
2000	1	0
2001	4	0
2002	3	1
2003	3	0
2004	1	0
2005	7	1
2006	5	0
2007	4	0
2008	1	0
2009	5	3
2010	2	0
2011	2	0
2012	1	1
TOTAL	39	6

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

As seis propostas encontradas representam cerca de 15% do total de trabalhos de HFC da revista. São descritos com exatidão na Tabela 10, passando a ser nomeado nas tabelas seguintes como: E1, E2, E3 e assim por diante até a proposta E6, para em seguida procedermos às análises das estratégias de ensino.

Um gráfico com a distribuição dos trabalhos em HFC é apresentado na Figura 20, em relação a produção de artigos a tendência é de diminuição, entretanto o número propostas publicadas vem aumentando ao longo dos anos.

3.9 Artigos do Simpósio Nacional de Ensino de Física

Era 1970 quando realizou-se o I SNEF, no novo Instituto de Física da USP⁵, através da iniciativa da SBF. Desde então periodicamente a cada três anos (hoje a cada dois⁶) os simpósios vem sendo realizados congregando professores de física, estudantes e pesquisadores.

Trata-se do encontro mais tradicional de ensino de Física de nosso país buscando discutir as iniciativas e os problemas dessa área. Muitos programas de pesquisa nasce-

⁵Fruto da reforma universitária que integrou o Departamento de Física da FFCL e as demais cadeiras de Física de outras unidades no IFUSP.

⁶A partir do VI SNEF (Niterói, 1985).

Tabela 10: Lista de Trabalhos Selecionados do FnE

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
E1	2002	GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	Um Julgamento no Ensino Médio – Uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque Histórico-Filosófico
E2	2005	MARTINS, A. F. P.	Diálogos sobre o Tempo
E3	2009	SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P.	Júri Simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica
E4	2009	QUINTAL, J. R.; GUERRA, A.	A história da ciência no processo ensino-aprendizagem
E5	2009	BERNARDES, A. O.; SANTOS, A. R.	História da ciência no ensino fundamental e médio: de Galileu às células-tronco
E6	2012	LIMA, L. G.	O Estudo do Movimento Retilíneo Uniforme dos Corpos Através da Leitura de Trechos da 2ª Jornada do Livro Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano, de Galileu Galilei

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

ram influenciados por essas discussões como: o “Projeto de Ensino de Física” (PEF), dos professores Ernst Hamburger e Giorgio Moscati, o “Física Auto Instrutiva”, coordenado pelos professores Fuad Daher Saad, Paulo Yamamura e Kazuo Watanabe e o “Projeto Brasileiro de Ensino de Física”, idealizados pelos professores Rodolfo Caniato, Antônio Teixeira Júnior e José Goldemberg. É possível consultar todas⁷ as atas dos simpósios no site da SBF.

O SNEF é estruturado de modo a contemplar atividades como: sessões solenes, mesas redondas, comunicações orais, exposição de painéis, palestras, cursos e oficinas. Todos oferecidos durante a semana do simpósio na IES organizadora do evento. Para efeitos desta pesquisa estaremos selecionando apenas as comunicações orais, por serem semelhantes aos trabalhos publicados em periódicos (com título, palavras-chave, resumo, etc.) facilitando a seleção, redução e a análise.

Estudando as atas do I SNEF (São Paulo, 1970), não localizamos uma comunicação específica de HFC, mas algumas considerações dos participantes. Percebe-se uma preocupação com a inserção obrigatória da cadeira de história da ciência no currículo das licenciaturas do país, e a dificuldade de se ter professores qualificados para assumirem tal cadeira. Ainda hoje no Brasil é possível localizar cursos que não contemplam essa cadeira de forma obrigatória.

⁷Menos as do IV e VIII SNEF, realizadas no Rio de Janeiro em 1979 e 1989 respectivamente.

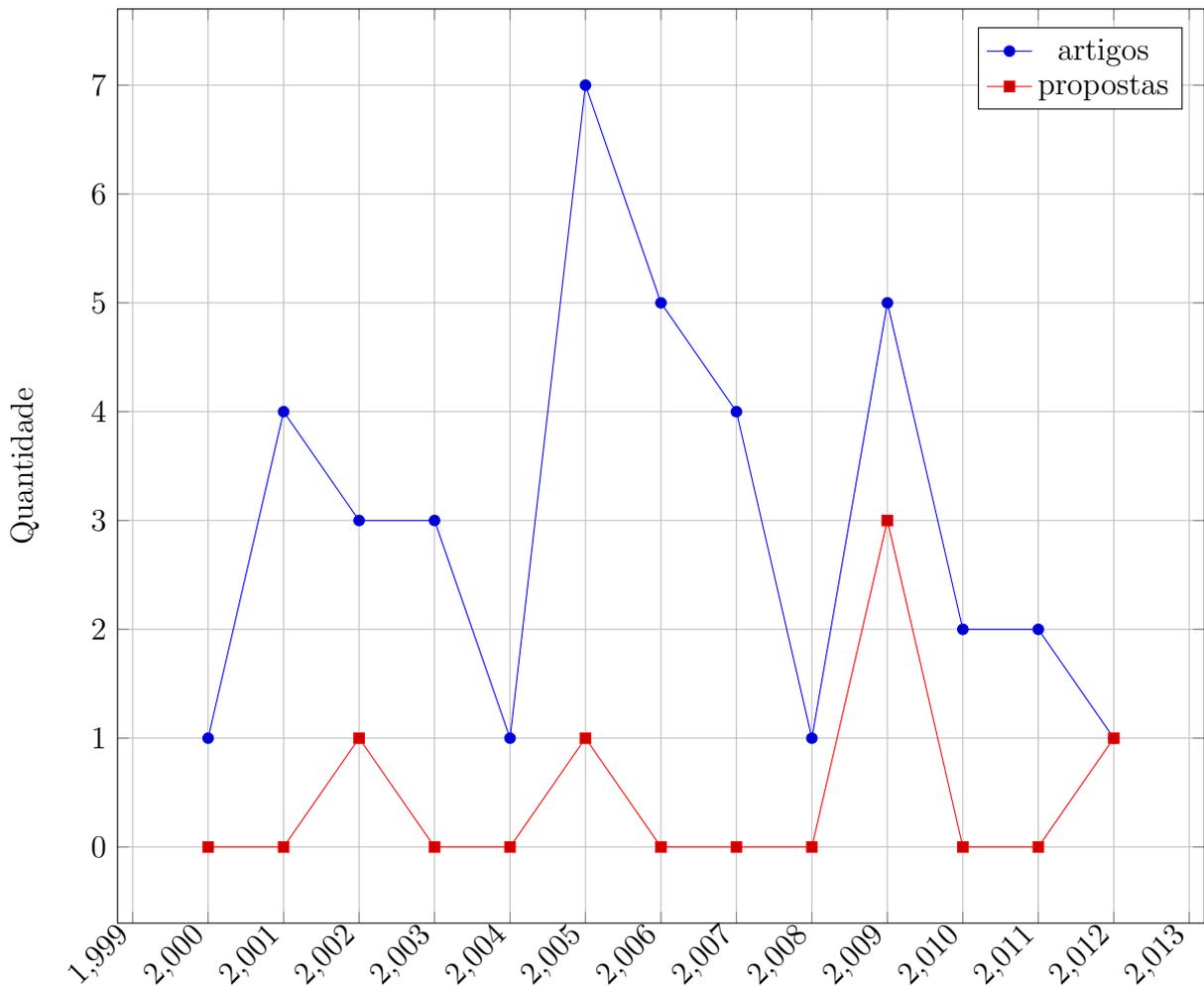


Figura 20: Produção em HFC na FnE de 2000 a 2012

Fonte: Autor da pesquisa

No II SNEF (Belo Horizonte, 1973) encontramos o primeiro trabalho de HFC intitulado “Experiências Metodológicas em História da Ciência” do Professor Armando Lopes de Oliveira da UFMG. Nas atas do evento consta apenas um pequeno resumo, que expõe dois métodos de uso da HFC: um dito passivo, mostrando uma história meramente factual com aulas expositivas e de sobrecarga da memória, e outro dinâmico, interessado numa história interpretativa com alunos atuantes e criativos.

Na Tabela 11 colocamos o quantitativo de trabalhos⁸ ao longo das vinte edições do SNEF, em seguida na Tabela 12 as propostas selecionadas para nossa análise.

As 33 propostas encontradas ao longo dos SNEF’s, representam cerca de 20% dos trabalhos de HFC, sendo doravante identificados por: F1, F2, F3 e assim sucessivamente,

⁸Em sua maioria são artigos apresentados nas comunicações orais. Como não houve essa modalidade no XIII e XIV SNEF, o quantitativo refere-se aos painéis apresentados. As atas do IV e VIII SNEF, ambos realizados no Rio de Janeiro e as do XIV SNEF, realizado em Natal não estão disponíveis no sítio da SBF, razão pela qual não foi possível precisar o número de trabalhos.

Tabela 11: Distribuição de Trabalhos de HFC no SNEF entre 1970 a 2013

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
1970	0	0
1973	1	0
1976	3	1
1979	-	-
1982	2	0
1985	1	0
1987	4	1
1989	-	-
1991	5	1
1993	8	0
1995	6	1
1997	1	0
1999	12	3
2001	14	-
2003	26	3*
2005	17	2
2007	18	3
2009	9	3
2011	21	9
2013	20	6
TOTAL	168	33

*Um dos trabalhos foi republicado com detalhes na CBEF em 2004

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

à exemplo dos periódicos.

Na Figura 21 fazemos a distribuição de trabalhos em HFC ao longo dos anos. A descontinuidade do gráfico⁹ ocorre devido a falta de informações de alguns SNEF's, apesar disto consegue-se perceber uma tendência de crescimento na produção de trabalhos desta natureza tanto em artigos como em propostas didáticas.

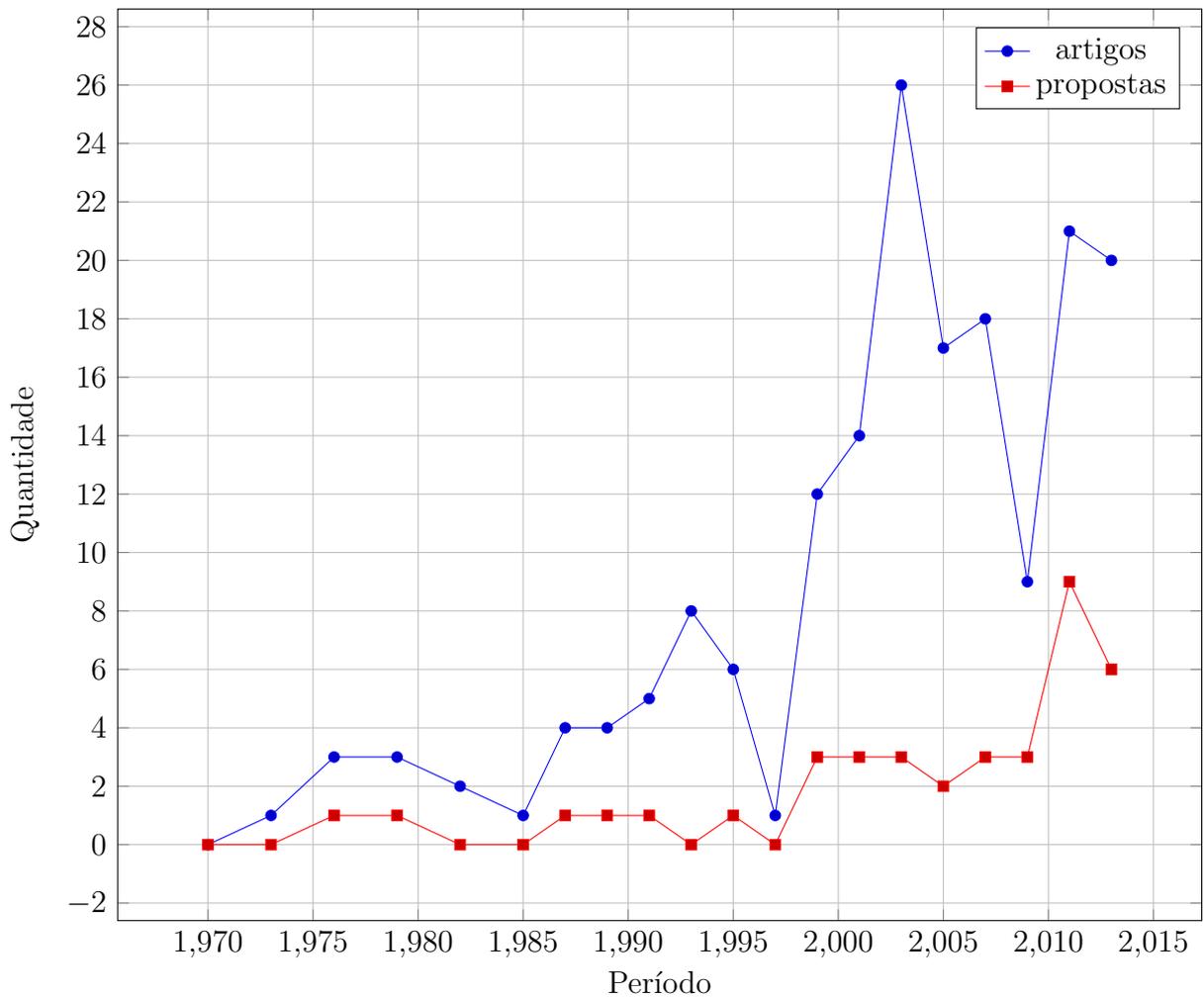


Figura 21: Produção em HFC no SNEF de 1970 a 2013

Fonte: Autor da pesquisa

⁹Foi ajustado pelo software gráfico.

Tabela 12: Lista de Trabalhos Selecionados do SNEF

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
F1	1976	GORDON, H. J.	Uma Nova Proposta para o Ensino de Física
F2	1987	CARDOSO, W. T.	A Física Aristotélica “versus” o Experimentalismo Galileano
F3	1991	ICHIBA, C.; PELOSI, E.; SPOLADOR, J.; CARRENHO, R.; NEVES, P. S. D.; NEVES, M. C. D.	Uma Introdução à Física Aristotélica
F4	1995	SILVA, D.; NETO, V. F.	Conceito de Temperatura: Gênese, Desenvolvimento e Utilização
F5	1999	MOZENA, E. R.; ALMEIDA, M. J. P. M.	Atividade Prática e Funcionamento de Textos Originais de Cientistas na 8ª série do Ensino Fundamental
F6	1999	MIRANDA, A. C.	Uma Proposta de ensino de História da Ciência através de temas exploratórios
F7	1999	BARROS, M. A.	Uma Aproximação entre a História da Ciência e o ensino de Física: O debate Huygens-Newton em sala de aula
F8	2003	FREITAS, F. H. A.; FREIRE JR., O.	O Plano Inclinado Galileano - Uma Experiência em Sala de Aula
F9	2003	HÜLSENDEGER, M. J. V. C.	Queda dos Corpos: As Relações entre as Concepções Prévias dos Alunos do Ensino Médio e as Ideias de Aristóteles e Galileu
F10	2003	REIS, J. C.; BRAGA, M.; GUERRA, A.	Uma Abordagem Histórico-Filosófica para o Eletromagnetismo no Ensino Médio
F11	2005	FREITAS, F. H. A.; FREIRE JR, O.	O Plano Inclinado Galileano: Notas sobre uma Tomada de Dados com Estudantes do Ensino Superior
F12	2005	MONTENEGRO, A. G. P. M.; ALMEIDA, M. J. P. M.	A Leitura de Textos Originais de Faraday por Alunos da Terceira Série do Ensino Médio
F13	2007	SANCHEZ, D. F.; MERINO, E.	Proposta de uma Aula com Enfoque Experimental sobre a Refração da Luz : O Fenômeno e sua Historia

continua

Continuação

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
F14	2007	FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A.	História da Ciência e Religião: Uma Proposta para Discutir a Natureza da Ciência
F15	2007	RIBEIRO, F.; SANTOS, C. F. R.	Análise de uma Abordagem Didática de Física no Ensino Fundamental com Base na Epistemologia Bachelardiana
F16	2009	HORNES, A.; SILVA, S. C. R.; PINHEIRO, N. A. M.	Uma Atividade Histórico-Crítica da Evolução Científica, Tecnológica e Social no Estudo da Termodinâmica
F17	2009	SILVEIRA, A. F.; ATAÍDE, A. R. P.; SILVA, A. P. B.; FREIRE, M. L. F.	Natureza da Ciência numa Proposta de Seqüência Didática: Explorando os Pensamentos de Aristóteles e Galileu sobre o Movimento Relativo
F18	2009	GUERRA, A. G.; BRAGA, M.; REIS, J. C.	Um curso de Cosmologia na primeira série do Ensino Médio com enfoque Histórico-Filosófico
F19	2011	HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C.	Um Curso sobre História da Cosmologia na Formação Inicial de Professores
F20	2011	ALCANTARA, M.; BRAGA, M.	Um Novo Mundo Visto Através das Lentes: A Construção do Conhecimento na Holanda do Século XVII e o Ensino dos Instrumentos Óticos
F21	2011	QUINTAL, J. R.; GUERRA, A.	Física na História: Um Projeto Pedagógico Concreto de Inserção de um Curso Histórico-Filosófico de Física no Ensino Médio
F22	2011	PERON, T. S.; GUERRA, A.	Relatividade Restrita no 1º Ano do Ensino Médio: Abordagem Histórica e Influências
F23	2011	MORETTI, R. L.; SARAIVA, M. F. O.; VEIT, E. A.	Concepções de Alunos de Ensino Médio sobre as Fases da Lua e as Possíveis Influências desse Satélite na Vida Humana
F24	2011	PEREIRA, J.; GUERRA, A.	Controvérsia entre o Modelo Corpuscular e Ondulatório da Luz: Um Caminho para o Ensino da Óptica no Nível Médio
F25	2011	JARDIM, W. T.; GUERRA, A.	Ensinando Física Moderna e Contemporânea: Cosmologia em Vídeos e Imagens
			continua

Conclusão

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
F26	2011	SOARES, R.; GUERRA, A.	A Evolução do Conceito de Movimento - A História da Ciência como eixo Condutor numa Proposta de Abordagem Diferenciada da Física no 9º Ano do Ensino Fundamental
F27	2011	SCHMIEDECKE, W. G.; SILVA, M. P. C.; SILVA, W. M.	A História da Ciência na Composição de Sequências Didáticas: Possibilidades Trabalhadas em um Curso de Licenciatura em Física
F28	2013	LUNAZZI, J. J.	Amarrar Pedras em Barbante, Porque o Galileu não fez?
F29	2013	SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G.	História e Filosofia da Ciência: Desafios e Possibilidades
F30	2013	BEZERRA, E. V. L.; CAMARGO, S.	Experimentando a História e a Filosofia da Ciência no Ensino do Magnetismo
F31	2013	LOURES, M. V. R.	O Estudo do Eletromagnetismo Clássico: As Linhas de Faraday e Alguns Conceitos de Filosofia da Ciência no Ensino Médio
F32	2013	SOARES, F. G.; SCHMIEDECKE, W. G.	Experimentação e História da Ciência: uma aplicação para o ensino da termodinâmica no PIBID
F33	2013	FERREIRA, J. M. H.; NICÁCIO, J. D.; MARTINS, M.; CÂMARA, A. T.; BEZERRA, F. V.	Uma Proposta do PIBID-Física da UFRN: Abordagem Histórico-Filosófica para a Temática Gravidade

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

3.10 Artigos do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

A organização de um Encontro de Pesquisa em Ensino de Física¹⁰ foi necessário devido a demanda de atividades específicas da pesquisa *strictu sensu* pela comunidade de pesquisadores na área de Ensino de Física, buscando a construção de uma identidade própria. Esses encontros foram organizados a cada dois anos¹¹, de forma muito similar ao SNEF.

A criação do EPEF representa até hoje, uma forma de reconhecimento, por parte da comunidade de físicos, de existência de uma área de pesquisa em física voltada para o ensino desta ciência.

Ao longo desses encontros emergiram os diversos temas relacionados com a pesquisa em ensino de física como por exemplo: a filosofia e história da ciência; formação inicial e continuada de professores; relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); currículo no ensino de física, etc.

As atas com os trabalhos apresentados no EPEF estão disponíveis no sítio da SBF, entretanto as três primeiras edições deste encontro e a sexta edição estão ausentes. Sabemos que estes primeiros encontros aconteceram na seguinte ordem: 1986 em Curitiba, 1988 em São Paulo, 1990 em Porto Alegre e 1998 em Florianópolis (NARDI, 2005). Como não tivemos acesso a suas atas, não conseguimos precisar o número exato de trabalhos relacionados ao tema desta dissertação.

Iniciamos a busca pelos trabalhos de HFC a partir do IV EPEF realizado em Florianópolis tendo como resultado os dados contidos na Tabela 13, a seguir na Tabela 14 as propostas didáticas selecionadas.

Foram selecionados 7 propostas didáticas encontradas nos trabalhos do EPEF, representando 8% de toda a produção de HFC desse congresso. Elas agora passam a ser chamadas por: G1, G2, G3 e assim por diante.

Uma distribuição descontínua¹² dos trabalhos é apresentado na Figura 22. Analisando esta distribuição verifica-se uma tendência de aumento na produção em HFC nos encontros de pesquisa.

A partir deste momento dá-se por encerrado a etapa de busca e separação das propostas didáticas de HFC presente nas já mencionadas revistas e eventos brasileiros da área de ensino de física e de ciências. Chegou-se num total de 77 propostas didáticas contidas

¹⁰Cogitado durante a 37^a reunião anual da SBPC em 1985.

¹¹A menos do III para o IV EPEF que teve um período intermediário de 4 anos.

¹²Ajustada pelo software, devido a falta de informações.

Tabela 13: Distribuição dos Artigos de HFC no EPEF entre 1986 a 2012

ANO	QUANTIDADE	PROPOSTAS
1986	-	-
1988	-	-
1990	-	-
1994	7	0
1996	9	1
1998	-	-
2000	14	0
2002	3	0
2004	12	1
2006	6	1
2008	16	2
2010	10	1
2012	10	1
TOTAL	87	7

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

Tabela 14: Lista de Trabalhos Selecionados do EPEF

TRABALHO	ANO	AUTOR (ES)	TÍTULO
G1	1996	VANNUCCHI, A. I.; CARVALHO, A. M. P.	Discussão Ciência-Tecnologia em Sala de Aula
G2	2004	PEDUZZI, L. O. Q.	Do átomo grego ao átomo de Bohr: o perfil de um texto para a disciplina Evolução dos Conceitos da Física
G3	2006	BATISTA, I. L.; ARAMAN, E. M. O.	Uma Proposta do uso da História da Ciência para a Aprendizagem de Conceitos Físicos nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental
G4	2008	DANIEL, G. P.; PE- DUZZI, L. O. Q.	Tycho Brahe e Kepler na Escola: Uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula
G5	2008	SARAIVA, Z.; PER- NAMBUCO, M.	Uma Perspectiva Histórica e Epistemológica para o Ensino de Entropia no Ensino Médio
G6	2010	FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PI- ETROCOLA, M.	A História e a Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: Obstáculos a superar ou contornar
G7	2012	PERON, T. S.; GUERRA, A.; FO- RATO, T. C. M.	Linha do Tempo: Controvérsia entre a contextualização de episódios históricos e a imagem da construção linear da ciência

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

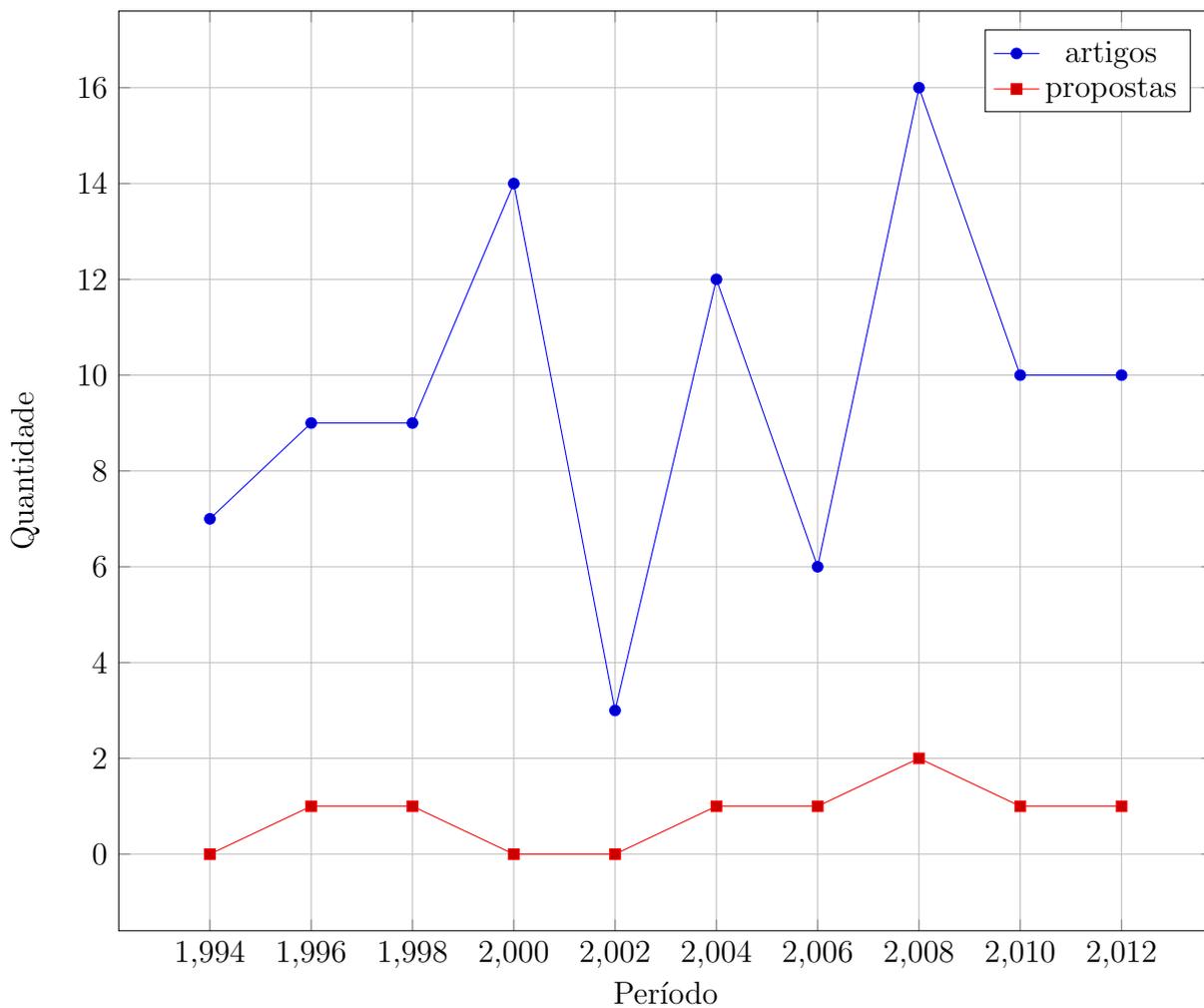


Figura 22: Produção em HFC no EPEF de 1986 a 2012

Fonte: Autor da pesquisa

num Universo de 668 trabalhos publicados desta área de pesquisa. É possível visualizar na Figura 23 esta distribuição dentro das fontes consultadas. No próximo capítulo serão realizados as análises individuais de todas as 77 propostas.

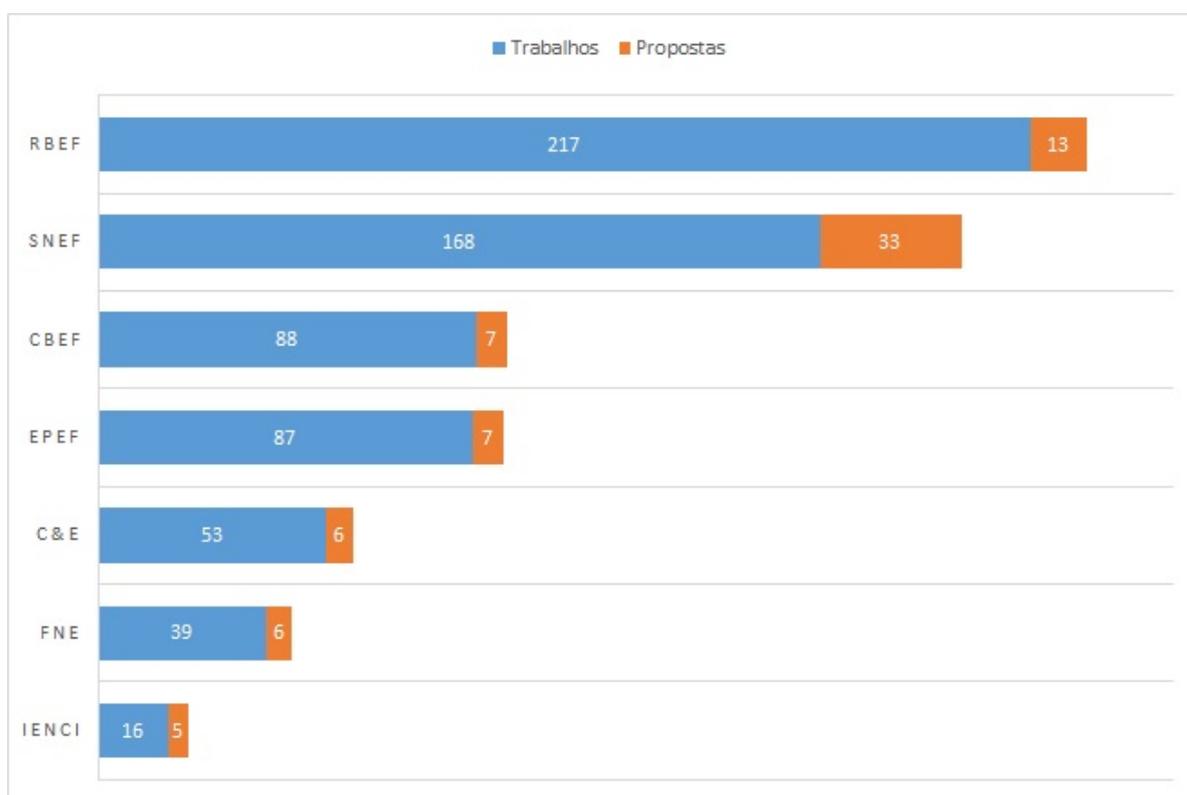


Figura 23: Quantitativo de Trabalhos e Propostas

Fonte: Autor da pesquisa



4 *Análise das Propostas Didáticas*

4.1 As Categorias

Durante todo o processo de pesquisa foi possível selecionar dos periódicos e eventos de ensino de Física um total de 668 trabalhos¹ relacionados com o tema HFC. Numa primeira análise, classificou-se todos estes trabalhos de acordo com seus objetivos em 9 categorias principais, como descritas e exemplificadas logo abaixo:

1. **Biografias** - Onde o artigo se presta a mostrar a vida e obra de um determinado cientista, de forma a homenageá-lo, como por exemplo, os trabalhos: *Enrico Fermi, gênio e simplicidade* (FLEMING, 1996), *Reminiscências de César Lattes* (MARQUES, 2005) ou *Um talento não convencional: a genialidade multifacetada de Satyendra Nath Bose* (FALCHI, 2011). É comum a produção destes artigos em comemoração a datas importantes como o centenário do nascimento ou de formulação de uma teoria científica.
2. **Concepções** - Trabalhos que buscam estudar as origens das opiniões, dos conhecimentos prévios e das atitudes de alunos e professores frente ao conhecimento científico. Artigos como *O movimento de precessão na história e no estudante* (TEIXEIRA; QUEIRÓZ, 1996) bem como “*História e epistemologia da física*” na *licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência* (MOREIRA; MASSONI; OSTERMANN, 2007) ou *Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências* (EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004) se enquadram aqui. Também podemos encontrar trabalhos que avaliam como a HFC pode ser útil na mudança dessas concepções.
3. **Desenvolvimento de instrumentos e sistemas** - O foco aqui está no contexto histórico e filosófico da criação de um instrumento ou na produção de um sistema

¹Todos eles estão identificados nos apêndices desta obra.

tecnológico, colocamos aqui artigos como *Sir William Thomsom e a instalação do cabo telegráfico submarino entre Pernambuco e o Pará* (BASSALO; CRISPINO, 2007) o artigo *Fabricantes de instrumentos científicos numa pequena cidade italiana* (GANCI, 2009) e *A descoberta do telescópio: fruto de um raciocínio dedutivo?* (ÉVORA, 1989).

4. **Estudos históricos do desenvolvimento de teorias** - Trata-se da categoria onde existe o maior número de trabalhos publicados. São artigos como *Maupertuis, d'Arcy, d'Alembert e o princípio de ação mínima na óptica: uma análise crítica* (MARTINS; SILVA, 2007) ou como o trabalho *Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay* (BOSS; CALUZI, 2007) que buscam mostrar todo o contexto envolvido na elaboração de teorias nos dando subsídios para compreender com mais profundidade a ciência.
5. **Filosofia** - Aqui temos trabalhos preocupados em definir a natureza das teorias científicas, do fazer ciência e de questionamentos filosóficos. São trabalhos como *Pronósticos heurísticos filosóficos para a física cuántica* (CABALLERO, 1996), *A fundamentação empírica das leis dinâmicas de Newton* (CHIBENI, 1999) e *Física e Filosofia: Uma pesquisa exploratória das opiniões de alunos sobre a controvérsia realismo-antirrealismo* (TOLEDO; BRAGA, 2013) que citamos como exemplo.
6. **História nacional** - Temos alguns trabalhos que contemplam o desenvolvimento da ciência em nosso país como o trabalho *Notas para uma história da Sociedade Brasileira de Física* (SALINAS, 2001), que analisa os boletins e atas de reuniões da SBF, contando um pouco da história e da atuação dessa entidade. Outros trabalhos como *Notas da história da física no Brasil* (FERREIRA, 2000), *O Brasil nos Principia: observações astronômicas de Couplet na Paraíba* (MOREIRA, 2003).
7. **Livro didático** - Pesquisas em livros didáticos são bem tradicionais. Nesta categoria incluem os trabalhos que visam analisar e criticar a forma como a ciência aparece nesses livros, como por exemplo, o artigo *Força e movimento na ciência curricular* (PEDUZZI, 1992) onde mostra que a pouca ênfase nos aspectos históricos do relacionamento entre força e movimento dificulta a apresentação do princípio da inércia; mais recentemente o artigo *A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007* (VIDAL; PORTO, 2012) questiona a maneira linear e superficial da presença da história da ciência nos livros do ensino médio.
8. **Propostas didáticas** - Objeto de análise mais minuciosa desta dissertação. Mostram o enfoque histórico e filosófico da ciência em ação. Como essa área de pesquisa vem sendo utilizada no ensino de ciências ao longo dos últimos 40 anos, como o trabalho pioneiro da RBEF *Laser visto por um físico do século XVIII* (CEOLIN;

RIPPER, 1980), onde é proposto aos alunos o desafio de explicar o laser a um erudito do século passado, imerso em outro paradigma. Temos também o artigo *Interface entre a história da matemática e ensino: uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI* (SAITO; DIAS, 2013) onde os autores usam um texto de 1564 sobre o modo de fazer medidas, para o ensino da geometria. Com a intenção de mostrar o conhecimento matemático integrado e inserido num contexto de produção deste conhecimento.

9. **Fontes primárias e traduções comentadas** - Esta última categoria mostra diversos trabalhos traduzidos para o português de artigos históricos importantes como *A “nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada* (SILVA; MARTINS, 1996) que além da tradução, discute o primeiro trabalho publicado por Newton, descrevendo sua concepção sobre a luz. O mesmo autor publicou outros trabalhos dessa natureza como: *A descoberta dos raios x: o primeiro comunicado de Röntgen* (MARTINS, 1998). Há a publicação do já mencionado texto *As raízes sociais e econômicas do “Principia” de Newton* (ZANETIC; KAWAMURA, 1984) do físico soviético Boris Hessen.

A quantidade trabalhos em cada uma destas categorias pode ser visto na Figura 24. Fazendo um comparativo dessa produção, vemos um volume maior de artigos que tratam de episódios da história da ciência, de trabalhos ligados a filosofia e das propostas de ensino. Os artigos com o foco na história nacional e nas traduções de fontes primárias são menos frequentes, indicando boas oportunidades de pesquisa da área.

Apesar de termos categorias que possuem maior produção do que outras, a quantidade de trabalhos publicados no Brasil ainda é insuficiente, dado a importância do tema para o ensino de ciências. Temos uma média anual de 17 artigos de HFC publicados em nossos periódicos e eventos nacionais mais importantes.

Todos esses trabalhos categorizados nesta pesquisa, são um banco de dados valioso, pois podem servir de referência para oportunidades de pesquisa em HFC.

4.2 Considerações sobre a Categoria 8

A partir de agora nos concentraremos na oitava categoria, as propostas didáticas encontradas. Para a seleção das 77 propostas, usou-se como parâmetro de escolha a leitura de seus resumos. Ali geralmente percebe-se que o trabalho tem o objetivo didático. Contudo, alguns trabalhos foram selecionados devido aos encaminhamentos serem para uso em sala de aula. Os artigos mais antigos, por exemplo, não possuem resumos, sendo necessário sua leitura por inteiro para ser discernido.

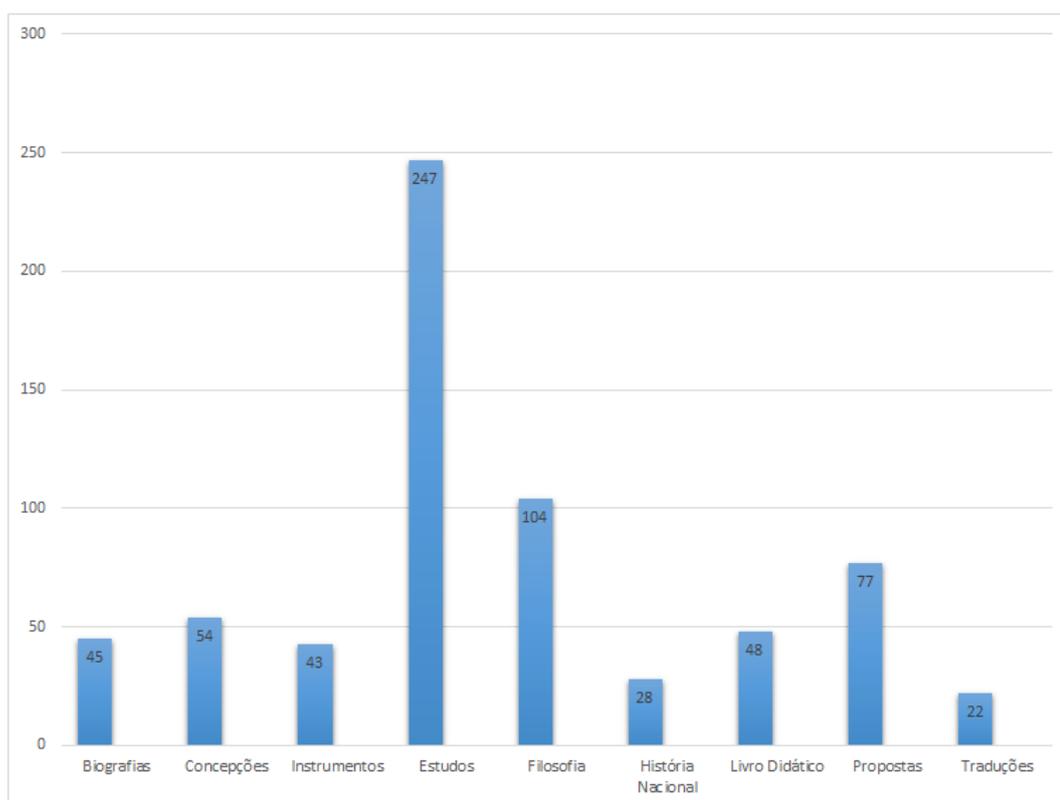


Figura 24: Comparativo de Produção por Categoria
Fonte: Autor da pesquisa

Uma das características que marcam todos estes trabalhos são suas relações com outras áreas. Demonstrando a natureza interdisciplinar do enfoque histórico e filosófico da ciência. Também percebe-se em todos os trabalhos a utilização de textos históricos que compõem a proposta. Outra característica neles é a presença de uma atividade dinâmica, que envolve a participação dos alunos em seminários, debates, dramatizações, produção de texto, construção de artefatos, etc.

Outra observação importante a ser feita é que das 77 propostas, 28 foram desenvolvidas e aplicadas no ensino superior, representando cerca de 37% do total. Das 49 restantes quatro no Ensino Fundamental, cerca de 5%, e 45 no Ensino Médio, ou seja, 58%.

Com relação ao conteúdo apresentado pelas propostas foi elaborada a Tabela 15 buscando relacionar a proposta ao assunto abordado, e a figura 25 com os percentuais dos temas da física. Foi utilizado como parâmetro os índices de conteúdo de alguns livros didáticos do PNLEM 2009² que, em geral, apresentam um programa típico de física da educação básica. Podemos observar quais são os assuntos mais abordados pelas propostas e quais são os temas em aberto.

Observando atentamente esta tabela nota-se que as propostas aplicadas no ensino

²Pode ser acessado em <http://www.fnde.gov.br/arquivos/category/125-guias?download=7573:pnlem-2009-fisica>

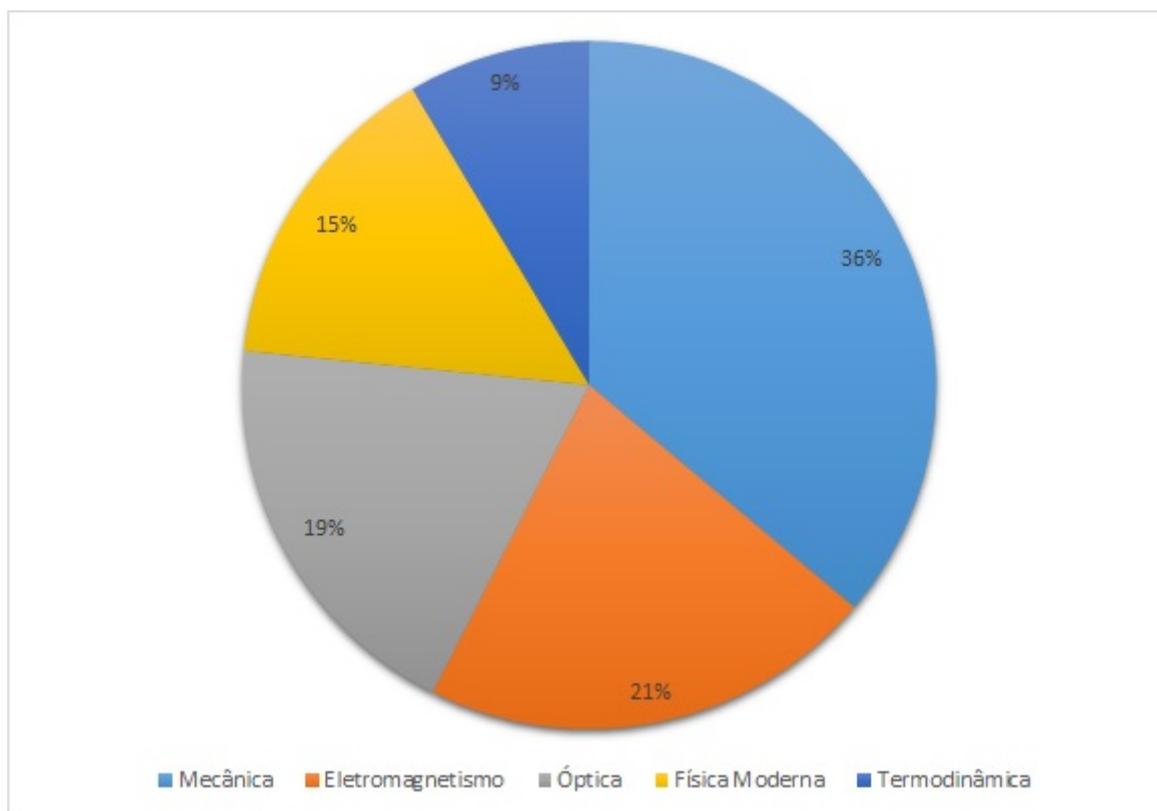


Figura 25: Conteúdo Abordado

Fonte: Autor da pesquisa

superior concentram-se nas crenças dos professores acerca da ciência e das práticas em sala de aula. Foram encontradas sete propostas sobre NdC, e outras sete distribuídas em temas como formação de professores, abordagem contextual e epistemologia. Em relação aos temas específicos da física, a mecânica clássica é o tema da maioria dos trabalhos publicados.

Já para o ensino médio as propostas estão bem distribuídas em quase todo o conteúdo típico da disciplina. A surpresa ficou na ausência de propostas em acústica, uma vez que o estudo do som e dos fenômenos ondulatórios possui uma história muito rica. Também não apareceram propostas para a hidrodinâmica, eletrodinâmica, energia mecânica e as leis de conservação. Provavelmente por estes conteúdos estarem organizados nos capítulos finais da maioria dos livros didáticos, sendo pouco trabalhados em sala de aula devido à falta de tempo.

A concentração dos trabalhos é maior em temas da mecânica clássica que envolve: 8 propostas sobre mecânica, 4 em gravitação universal, 4 em física térmica, 3 em mecânica dos fluidos e 2 em astronomia. Em seguida temos uma quantidade razoável nos temas do eletromagnetismo que envolve: 10 propostas do tema mais 9 propostas em óptica. Completando nossa lista aparecem os temas de física moderna e contemporânea com 7 propostas de trabalho.

Tabela 15: Conteúdo Abordado nas Propostas

Ensino Médio		Ensino Superior	
Conteúdo	Trabalho	Conteúdo	Trabalho
Cinemática	E6, F2, F6, F28	Cinemática	F3
Dinâmica	A5, A13, E1, E5	Dinâmica	A2, A4, C5, F8, F11
Trabalho e Energia		Trabalho e Energia	
Leis de Conservação		Leis de Conservação	
Gravitação Universal	A7, B3, F1, F9*, F33	Gravitação Universal	A11, C4, D3, G4
Hidrostática	A3, B5, F15	Hidrostática	
Hidrodinâmica		Hidrodinâmica	
Termologia	F4	Termologia	
Termodinâmica	F16, F32, G5	Termodinâmica	
Acústica		Acústica	
Óptica Geométrica	D2, E3, F13, F20, G3	Óptica Geométrica	
Óptica Física	F5, F7, F24, G6	Óptica Física	A1
Eletrostática	A12, F21, F31	Eletrostática	
Eletrodinâmica	B6	Eletrodinâmica	
Eletromagnetismo	A6, B2, E4, F10*, F12, F29, F30	Eletromagnetismo	
Física Moderna	A8, A10, B4, E2, F22, F26, G7	Física Moderna	G2
Astronomia	F23, G1	Cosmologia	F19, F25
Teoria Microbiana	D1	NdC	A9, B7, C2, D4, D5, F14, F17
Geometria	D6	Concepções	A4, C1
		Contextualização	A2, A11
		Formação	B1, F27
		Epistemologia	C3

*B2 e F10, B3 e F9 são o mesmo trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor da pesquisa

Se formos comparar com pesquisas semelhantes feitas anteriormente (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR., 2009), percebe-se que ainda é forte a tradição de se pesquisar e ensinar a história da mecânica clássica aqui no Brasil. Entretanto a presente pesquisa mostra um acréscimo considerável em outros temas da Física com uma incidência maior destes trabalhos nos eventos do SNEF e EPEF.

Foram localizadas duas propostas de outras áreas. O trabalho D1 sobre a teoria microbiana das doenças foi desenvolvida para a biologia e a proposta D6 para a matemática. Estas juntamente com as propostas do ensino superior foram excluídas da análise devido ao conteúdo e ao fato de ser a educação básica o foco desta pesquisa. Com estes critérios de corte, nos resta proceder agora a análise de 47 intervenções didáticas.

As propostas analisadas podem ser agrupadas de acordo com seus objetivos principais, nas seguintes categorias emergentes:

1. **Compreensão de teorias e conceitos** - Essas propostas utilizam-se da HFC como estratégia de ensino na problematização e contextualização do conteúdo científico. Conferindo significado ao conceito por mostrar sua formação histórica. Nesta categoria foram listados os seguintes trabalhos: A5, A6, A7, A8, B3, D2, E2, E3, E6, F1, F4, F7, F23, F33, G3 e G5.
2. **Discussão sobre a NdC e seu método** - Os artigos buscam trabalhar outros aspectos além do conteúdo curricular. Há uma preocupação em ensinar sobre a NdC, na esperança de passar uma visão coerente desta área. Desfazendo certos mitos e interpretações errôneas do método científico e dos sujeitos que atuam no desenvolvimento deste campo. Para este grupo foi selecionado os seguintes trabalhos: A3, F2, F12, F31, G1 e G6.
3. **Compreensão de conceitos e manipulação de aparatos experimentais** - Aqui, além dos objetivos já listados na primeira categoria, existe uma preocupação muito forte na experimentação. Estas propostas desenvolvem a construção de artefatos e a reprodução de experimentos históricos. Incentivando o estudante a praticar a ciência, manipulando seus instrumentos. Este grupo foi composto dos seguintes trabalhos: A12, A13, B5, B6, E4, F5, F13, F15, F28, F30, F32.
4. **A relação entre a ciência e o contexto social** - Enfatiza questões como a influência dos fatores socioculturais sobre o desenvolvimento de teorias científicas e a relação entre desenvolvimento técnico e científico. Foi selecionado nesta categoria os trabalhos: A10, B2, E1, E5, F6, F16, F20, F21, F22 e G7.
5. **Receptividade à HFC** - Existe nesses trabalhos o interesse em avaliar a receptividade da metodologia junto aos alunos e professores participantes da intervenção

didática. Para esta categoria foi alistado os trabalhos: B4, F24, F26 e F29.

A seguir foi montado um quadro com a caracterização das 47 propostas, sendo levados em consideração os seguintes aspectos: o objetivo expresso no trabalho; a metodologia empregada; em que nível da educação básica foi proposto, número de alunos que participaram e o tempo da intervenção; a informação da sua implementação ou não, especificando o estado da federação; o tipo de visão de história da ciência presente no trabalho.

Alguns dos trabalhos não apresentam precisamente estes aspectos, por isto, foi preciso fazer uma estimativa com base no relato. Se a proposta foi implementada numa turma regular do ensino médio, estima-se que esta possui cerca de 35 alunos. O termo hora-aula (h-aula) representa um período de 50 minutos. Já o termo N/C significa “não consta”, pois está associado àquelas propostas que não foram efetivamente implementadas na escola.

Trabalho	Objetivo	Metodologia	Nível / alunos / tempo	Implementado	Visão
A3	Mostrar que alguns aspectos do método experimental utilizado por Pascal e compará-lo ao da ciência experimental moderna	Leitura de duas cartas escritas por Pascal e seu cunhado Périer para contextualizar a discussão sobre a existência ou não do vácuo. O experimento histórico deve ser refeito, seguindo o processo original descrito nas cartas. Discussão dos resultados experimentais e metodológicos.	N/C	Não	Internalista
A5	Mostrar que os modos de pensar dos alunos e professores em relação às causas do movimento e repouso de um corpo, são baseados por teorias que perduram por séculos resistindo ao ensino formal.	Questionário para averiguar o conceito intuitivos. Estudo do texto histórico. Relacioná-lo com os modos de pensar. Redação conclusiva.	Médio / 239 / 7 h-aula	Sim / ES	Internalista

		Médio / 120 / ±4 h-aula	Sim / R.J	Internalista
A6	Formular uma proposta de ensino dos conceitos de campo elétrico e magnético com apoio da história da ciência.	Questionário para verificar conhecimentos prévios sobre o eletromagnetismo. O conteúdo é apresentado na forma de um catálogo historiográfico, onde uma série de eventos, questões e problemas significativos para a formação dos conceitos são apresentados cronologicamente. Os textos históricos funcionam como organizadores prévios.		
A7	Apresentação e utilização de um material instrucional de história da ciência sobre a gravitação universal.	Questionário preliminar. Uso do texto histórico como elemento contextualizador do conteúdo. Problematização. Aula tradicional e avaliação em forma de testes e entrevistas.		Internalista
A8	Apresentar o perfil geral de um texto sobre o átomo de Bohr e o resultado de sua aplicação didática.	Uso do texto histórico para contextualizar historicamente o átomo de Bohr. Desenvolver seu conteúdo matemático. Problematização e desfecho.	Não	Internalista

A10	Apresentar uma proposta curricular de inserção do estudo das teorias da relatividade restrita e geral na primeira série do ensino médio. Construído a partir de uma abordagem HFC, mostrando a relação entre a ciência e o contexto social.	Utilização de filmes, obras de arte, experimentos, seminários e material histórico para possibilitar um debate em torno da ciência.	Médio / ± 35 / 1 ano	Sim / R.J	Externalista
A12	Mostrar historicamente as etapas enfrentadas por Thomson na pesquisa sobre a descoberta do elétron.	A capacitação teórica é introduzida pelo uso da história, apresentando as etapas realmente seguidas por Thomson. Suas dificuldades e as soluções encontradas. Os estudantes realizam quatro experimentos elaborados. Coletam dados para finalmente calcular a relação carga/massa do elétron.	Médio / ± 35 / ± 2 h-aula	Sim / R.J	Internalista
A13	Propor a utilização de simulações computacionais de experimentos históricos no ensino de física como estratégia de resgate e articulação das dimensões histórica e empírica da física na sala de aula.	Utiliza da obra original de Galileu, <i>Discorsi</i> para refazer a sequência descrita pelo filósofo no estudo sobre a queda dos corpos. Simulação computacional do plano inclinado e análise do movimento.	N/C	Não	Internalista

		Médio / ±35 / 4 meses	Sim / RJ	Externalista
B2	Apresentar uma proposta curricular de ensino do eletromagnetismo, a partir de uma abordagem HFC, buscando estudar a história da construção de tais conceitos, seus limites e possibilidades, mostrando a relação entre a ciência e o contexto social.	Uso da leitura de textos, apresentação de trechos de filme e dramatização para a construção do panorama cultural e das concepções de natureza da época. Discutem-se questões filosóficas e científicas para problematização do conteúdo. Uso de experimentos históricos e apresentação de um projeto de construção de um motor elétrico.		
B3	Comparar concepções prévias dos alunos com as concepções arisotólicas e propor uma estratégia para superá-las	Questões de sondagem. Pesquisa e apresentação de seminários. Leitura de textos históricos e produção de experimentos, seguindo os mesmos passos que Galileu teve de seguir para concluir que os corpos caem todos ao mesmo tempo. Pós-teste.	Sim / RS	Internalista

B4	Reflexão crítica sobre a NdC e seus processos. Despertar o interesse dos alunos pelas aulas de física	Elaborado de acordo com os três momentos pedagógicos de Angotti e Delizoicov (problematização, organização e aplicação), na ruptura entre o paradigma newtoniano e o relativístico. Uso de Questionário, criação de histórias em quadrinhos, uso de textos históricos e dramatizações.	Médio / 31 / 13 h-aula	Sim / SC	Externalista
B5	Apresentar um conjunto de situações-problema sobre o tema “pressão atmosférica” conduzindo à compreensão de conceitos	Atividades na forma de situações-problema. Uso de episódios da história da ciência para fazer um paralelo com os problemas apresentados. Apresentação de soluções.	N/C	Sim / MG	Internalista
B6	Trabalhar o tema ondas eletromagnéticas de maneira a aproximar o aluno e a tecnologia, a partir de uma abordagem de HFC.	Atividades experimentais, discussão de textos narrativos sobre o desenvolvimento do eletromagnetismo. Construção de um transmissor de ondas eletromagnéticas.	Médio / 7 / 3 meses	Sim / MG	Externalista

D2	<p>Discutir o trabalho sobre luz e cores de Newton publicado em 1672 para vermos exemplos de questões que podem ser abordadas em sala de aula através da história da ciência.</p>	<p>Utiliza texto original para ensinar física, seguindo a estrutura de argumentação de Newton.</p>	N/C	Não	Internalista
E1	<p>Promover discussões sobre as condições históricas e filosóficas para o chamado “Nascimento da Ciência Moderna” e sua relação com o contexto social</p>	<p>Uso de livro paradidático em HFC. Passagem de trechos de filme. Dramatização de um julgamento do tema, envolvendo os alunos.</p>	Médio / ± 35 / 2 meses	Sim / R.J	Externalista
E2	<p>Sugestões para se trabalhar o conceito de tempo em aulas de física, estimulando a criação de atividades interdisciplinares.</p>	<p>Diálogo fictício onde um professor expõe sua proposta por meio da música, produção de texto, formações históricas e poesia.</p>	N/C	Não	Externalista
E3	<p>Apresentar aos alunos as controvérsias históricas acerca da natureza da luz, desenvolvendo nelas a capacidade argumentativa e uma melhor compreensão da linguagem científica.</p>	<p>Leitura e discussão de textos históricos para dar uma fundamentação teórica aos alunos. Fichamento de textos e resposta a um questionário elaborado pelo professor. Constituição de um júri simulado para avaliação do conteúdo.</p>	Médio / 30 / 2 meses	Sim / RN	Internalista

		Médio / 90 / 1 ano	Sim / R.J	Mista
E4	<p>Levantar questões a respeito do desenvolvimento do eletromagnetismo e motivar os alunos acerca das questões científicas abordadas em sala de aula.</p>	<p>Pré-teste para avaliação de conhecimentos prévios. Aulas expositivas apresentando as principais descobertas sobre a eletrização e as propriedades dos ímãs, desde a antiguidade até o início do século XVII. Demonstrações de experiências históricas. Debate sobre o processo histórico de formação do eletromagnetismo, dando atenção especial ao caminho trilhado pelos diversos filósofos e cientistas. Resolução de exercícios.</p>		
E5	<p>Envolver os alunos com temas polêmicos, ao mesmo tempo em que se discute a história da ciência e como a sociedade e a cultura de um povo podem influenciar o desenvolvimento científico de uma época.</p>	<p>Apresentação de um seminário biográfico sobre Galileu. Discussão das questões éticas em torno das células-tronco associadas aos conflitos de Galileu com a Igreja. Produção do filme “O Universo de Galileu” por parte de alguns alunos. Criação de histórias em quadrinhos para que pudessem ser utilizadas nas aulas.</p>	Médio / ±35 / ±2 meses	Sim / R.J Externalista

		Médio / 12 / 2 h-aula	Sim / SP	Internalista
E6	Promover o ensino da cinemática de forma interdisciplinar entre a física e a literatura, utilizando-se de textos históricos de Galileu a respeito do movimento dos corpos.	Questionário inicial para avaliação das concepções prévias. Leitura do texto de Galileu para responder ao argumento do mastro e a queda dos corpos. Aplicação de um teste sobre o tema.		Internalista
F1	Adaptar a situação do ensino de física à história da ciência, programando as aulas de tal forma que vários temas fossem abordados em seu conceito.	Desenvolvimento histórico baseado em bibliografias. Uso de textos históricos para mostrar como certas questões científicas foram respondidas e/ou rejeitadas.	Médio / ±35 / ±2 meses Sim / SP	Mista
F2	Discutir sobre o princípio da autoridade do cientista e do professor que definem conceitos e apresentam conteúdos como verdades absolutas.	Leitura de textos históricos de Pierre Lucie e Koyré acerca da controvérsia entre Galileu e Aristóteles. Organização de um julgamento público, envolvendo várias turmas do colegial. Os resultados deste momento foram colhidos através da apuração de votos. Discussão final sobre as atitudes.	Médio / ±35 / ±3 h-aula Sim / SP	Internalista

F4	Apresentar considerações sobre o conceito de temperatura.	Elaboração de um texto com elementos de HFC para discussão com os alunos. Uso de fragmentos de originais para argumentação. Debates.	N/C	Não	Internalista
F5	Ensino dos modelos ondulatório e corpuscular para luz e as divergências entre Huygens e Newton.	Uso de texto original de cientista para contextualizar o conteúdo. Atividade experimental com uso do laser.	Fundamental / ± 60 / 3 h-aula	Sim / SP	Internalista
F6	Mostrar a relação entre a Ciência e o contexto social.	Utilização de temas exploratórios para debater aspectos da ciência e a influência de outras áreas	N/C	Não	Externalista
F7	Apresentar uma atividade de ensino elaborada a partir de evolução das ideias sobre a natureza da luz.	Uso de um texto histórico sobre um episódio problemático do desenvolvimento da ciência para em seguida realizar um debate. Responder um questionário posterior sobre a percepção dos alunos a intervenção didática.	Médio / 60 / 6 meses	Sim / SP	Internalista

F12	<p>Analisar o funcionamento da lei-tura de textos originais de Faraday por estudantes, focando diretamente as representações desses sobre ciência.</p> <p>Atividades em grupo no intuito de conhecer as concepções dos alunos acerca da ciência e do cientista. Leitura e debate de um trecho do diários de Faraday sobre indução eletromagnética. Produção de texto expondo novamente seu entendimento sobre a ciência e os cientistas.</p>	Médio / 32 / 2 h-aula	Sim / SP	Internalista
F13	<p>Oferecer uma proposta de metodologia para uma aula que desperte a curiosidade e o interesse do aluno para o fenômeno da refração mediante apresentação de experiências de baixo custo, enfatizando o desenvolvimento histórico de tal conhecimento.</p> <p>Perguntas iniciais e demonstrações. Apresentação de uma cronologia acerca do tema. Experimento simples para extração de relações matemáticas. Exercícios.</p>	N/C	Não	Internalista
F15	<p>Relatar uma abordagem do conteúdo “flutuação de corpos em fluidos” usando a epistemologia bachelandiana para o ensino das ciências.</p> <p>Abordagem de conceitos baseada num processo de ruptura epistemológica. Uso do conhecimento prévio para retificação de erros. Uso de experimentos contra intuitivos.</p>	Fundamental / 14 / 2 h-aula	Sim / PR	Internalista

F16	Propor uma atividade histórico-crítica da evolução científica, tecnológica e social, envolvendo a comunidade da qual os educandos fazem parte.	Questionário inicial. Visita a pontos turísticos. Produção de textos, cartazes e murais para exposição. Confeção de um protótipo de um barco a vapor.	Médio / 42 / ±2 meses	Sim / PR	Externalista
F20	Descrever e demonstrar como um módulo para o ensino dos instrumentos óticos, com uma abordagem complexa, pode resultar em um ensino menos desconectado, e mais motivador.	Uso de textos e trechos de filme para ambientação. Debate sobre algumas figuras importantes do contexto científico e cultural da Holanda do século XVII. Demonstrações com a câmara escura. Discussão sobre o impacto causado na sociedade pelo advento da fotografia. Atividade de leitura de imagens.	Médio / ±35 ±4 h-aula	Sim / RJ	Externalista

F21	Descrever uma metodologia de inserção da História da Ciência no ensino, particularmente sobre a relevância dessa metodologia como agente influenciador no processo de ensino aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo.	Usa-se o texto histórico para: contextualizar o conteúdo; Fazer reflexões sobre a história, a sociedade e a filosofia; Situar o aluno no espaço e tempo. Demonstrações de experimentos históricos. Uso da ficção científica no cinema e na literatura, relacionado ao tema. realização de debates e exercícios.	Médio / ±105 / 9 meses	Sim / R.J	Mista
F22	Relatar uma atividade extracurricular e interdisciplinar de inserção da Física Moderna, na ocasião a Teoria da Relatividade Restrita, seu estudo histórico e a análise de suas influências, na ciência, tecnologia e nas artes.	Divisão de grupos para orientação de trabalhos sob orientação do regente, uso de material histórico: livros, histórias em quadrinhos, reportagens, filmes e pinturas sobre o tema. Apresentação dos alunos.	Médio / ±35 / 4 meses	Sim / MG	Externalista

		Médio / ±35 / 3 h-aula	Sim / RS	Mista
F23	Trabalhar o conceito de fases da lua e discutir as supostas influências que este satélite exerce sobre a Terra e seus habitantes.	Deteccão das ideias prévias dos alunos acerca das lunação. Uso da história da ciência para apresentar o desenvolvimento de modelos explicativos sobre o fenômeno. Debate envolvendo as crenças populares e estudos científicos sobre a influência lunar.		
F24	Propor e avaliar um projeto pedagógico construído a partir de uma abordagem de HFC sobre as controvérsias quanto à natureza da luz.	Produzido um material didático exclusivo sobre a o desenvolvimento da óptica e da controvérsia citada desde o surgimento da ciência na Grécia antiga até a interpretação dada por Einstein ao efeito fotoelétrico. Discussão do trabalho e da biografia de alguns cientistas envolvidos no processo histórico, relação da física com as artes plásticas. Uso de simulações e de um <i>quiz</i> para avaliação das turmas.	Sim / R.J	Externalista

F26	Fazer a apresentação de alguns conceitos físicos ligados ao movimento.	Questionário inicial para verificar o interesse dos alunos pelo estudo de ciências. Elaboração e uso de oito textos históricos que discutem a ciência e o desenvolvimento de teorias. Os alunos recebiam um texto em cada aula, para leitura e discussão em grupo. Em seguida, um representante apresentava as posições do grupo, desde conclusões até críticas e dúvidas relativas aos conceitos ali contidos. Apresentação de esquetes. Testes avaliativos.	Fundamental / ±35 / 1 ano	Sim / R.J	Mista
-----	--	---	---------------------------	-----------	-------

		Médio / ±35 / 1 h-aula	Sim / SP	Internalista
F28	Mostrar que o sentido da visão não é suficiente para observar uma queda livre e discutir como é que a audição pode ser superior à vista neste caso.	São feitas considerações acerca do experimento histórico de Galileu com o plano inclinado. Apresentação de três truques de mágica, para mostrar as limitações de nossa visão. Demonstração de um experimento similares onde porcas são amarradas em um barbante e lançadas de uma certa altura. O espaçamento entre as porcas gera, na queda, um som acelerado ou uniforme.		Internalista
F29	A partir do estudo do <i>versorium</i> de Gilbert e suas conclusões a respeito dos fenômenos elétricos e magnéticos, Trabalhar o desenvolvimento da eletricidade e do magnetismo ao longo do século XVIII, com atenção especial à controvérsia Galvani x Volta.	Adota-se várias estratégias de acordo com a aula: experimentos históricos, análise de pinturas, construção de artefatos (garrafa de Leyden), debates filosóficos, uso de textos de ficção científica e exercícios.	Sim / R.J	Externalista

F30	Organizar e executar atividades relacionadas à HFC no ensino do conceito de magnetismo	Questionário preliminar buscando concepções prévias. Utilizou-se um texto (fonte secundária) acerca do tema, mostrando seu desenvolvimento histórico. Realização de experimentos históricos. Avaliação.	Médio / 27 / 8 h-aula	Sim / PR	Mista
F31	Mostrar como textos históricos podem fornecer subsídios a alunos para que construam uma visão de ciência mais ampla, permitindo, concomitantemente, também a discussão de tópicos de Filosofia da Ciência.	Investigação inicial sobre concepções prévias. Apresentação do problema filosófico de ação à distância. Uso de trechos da obra original de Faraday para enriquecer o debate. Produção de um texto sobre os tópicos tratados.	Médio / ±35 / 3 h-aula	Sim / SP	Internalista
F32	Apresentar um modelo didático simples, acessível e de baixo custo, construído a partir de uma pesquisa histórica sobre a Eolípila, para se estudar princípio de funcionamento de uma máquina térmica.	Realizada uma pesquisa histórica em torno de Heron de Alexandria. Proposto a reconstrução da primeira máquina térmica pelos alunos para ser apresentado numa feira de ciências. Além de textos foi usado vídeos de curta duração na pesquisa.	Médio / ±35 / ±3 h-aula	Sim / SP	Internalista

		Médio / ±35 / ±3 h-aula	Sim / RN	Internalista
F33	Apresentar uma material instrucional, o qual tenciona a abordagem HFC da temática gravidade. Procurando explicitar essa proposta refletindo sobre particularidades da mesma no que tange aos desafios e obstáculos enfrentados na elaboração desse tipo de material para o contexto educacional.	Uso de material instrucional elaborado para o contexto do ensino médio. Leitura destes textos e debate acerca da temática.		Internalista
G1	A partir das descobertas astronômicas advindas do uso do telescópio no século XVII, discutir alguns aspectos da atividade científica e das relações entre ciência e tecnologia.	Uso do texto histórico (fonte secundária) que narra um diálogo fictício entre dois homens acerca do telescópio. Questionário fazendo paralelos com a história e desenvolvimento da ciência atual.	Não	Mista
G3	Apresentar uma proposta do uso da HFC, utilizando exemplares históricos para a compreensão do fenômeno do Arco-Íris e sua correlação com os conceitos de cor.	Confecção de mapas conceituais. Sequência de atividades empíricas e reflexivas, na mesma ordem em que historicamente o conceito foi desenvolvido. Novos mapas conceituais após a intervenção didática.	Sim / PR	Internalista

G5	Como tratar didaticamente a segunda lei da termodinâmica e a entropia na Física do ensino médio.	Abordagem didática segue a linha do tempo do desenvolvimento da teoria, mesmo que a ordem nos livros seja diferente. Estabelecimento de três momentos epistemológicos dentro da história da termodinâmica para trabalhar em sala de aula.	N/C	Não	Mista
G6	Propor um curso piloto sobre a história da óptica em que a exigências da didática das ciências e os requisitos historiográficos possam ser satisfeitos.	Leitura de textos (nove parados), apresentação de slides e discussões após a correção de questionários, demonstrações com prismas, apresentação de vídeos e finalizando com uma produção cultural (teatro) por parte dos alunos.	Médio / ± 35 / 20 h-aula	Sim / SP	Mista
G7	Avaliar o uso de uma linha do tempo acerca dos conceitos de tempo e espaço, como ferramenta para trazer questões histórico-filosóficas para o debate em sala de aula.	Uso de uma linha do tempo que ilustra diversos contextos sócio históricos do desenvolvimento da ciência, utilizando trechos de filmes comerciais associados ao período.	Médio / 148 / 6 h-aula	Sim / MG	Externalista

Tabela 16: Caracterização das Propostas

Em relação ao tempo em que as propostas foram desenvolvidas, a grande maioria (20 artigos), foram aplicados num período inferior a um mês de trabalho. Tivemos um segundo grupo de 10 propostas aplicadas entre 1 e 6 meses, houve ainda mais 7 propostas aplicadas num período superior a 6 meses. O tempo despendido é uma relação direta dos objetivos que os autores se propõem a atingir.

Os artigos: A10, E4 e F26, por exemplo, pensam na organização de um currículo onde as questões da HFC estão inseridas. Artigos como: F12, F28 e F31, foram desenvolvidos para se trabalhar um conteúdo específico, não necessitando mais que 3h-aula para alcançá-lo. Algo que podemos perceber neste aspecto tempo é que os trabalhos ditos “rápidos” são apresentados nos eventos com frequência bem maior que nos periódicos.

Essa questão do tempo de intervenção não possui nenhuma relação com a qualidade da proposta. Contudo, pode-se dizer que um maior período de trabalho, geralmente produz uma quantidade maior de dados possíveis de serem analisados.

Uma informação interessante é a distribuição dos trabalhos em nosso país. Neste aspecto o eixo Rio-São Paulo se destaca como maior produtor, refletindo grande experiência e tradição nesta linha de pesquisa.

A secretaria de educação do estado do Rio de Janeiro recentemente (2012) divulgou seus parâmetros curriculares para o ensino médio. Um documento que serve como referência a todas as escolas, apresentando as competências e habilidades que devem estar nos planos de curso e nas aulas. Neste currículo observa-se muito dos aspectos da HFC no ensino. Como por exemplo, a compreensão do conhecimento científico e tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. Esse documento reforça ainda mais o interesse de muitos professores e pesquisadores cariocas que se dedicam a esta área.

Na Figura 26 podemos observar o quantitativo de publicações efetivamente aplicadas em sala de aula por estado da federação. Os estados da região Sudeste foram os que mais receberam oportunidades de pesquisa e aplicação dessa abordagem de ensino, seguido dos estados do Sul e de apenas um estado do Nordeste.

A metodologia da ampla maioria das propostas sugere o uso de um questionário inicial, composto por algumas perguntas sobre o conteúdo que será apresentado. Essas perguntas devem tentar seguir os PCNs, que recomendam que o Ensino Médio deva contemplar a interdisciplinaridade e o cotidiano do aprendiz. Há também a sugestão de basear essas perguntas em questões existentes nos livros didáticos consagrados (DIAS; SANTOS; SOUZA, 2004).

Esse questionário tem como objetivo a identificação das formas de pensar dos alunos acerca do tema. A noção dessas concepções prévias vão ajudar o professor a planejar

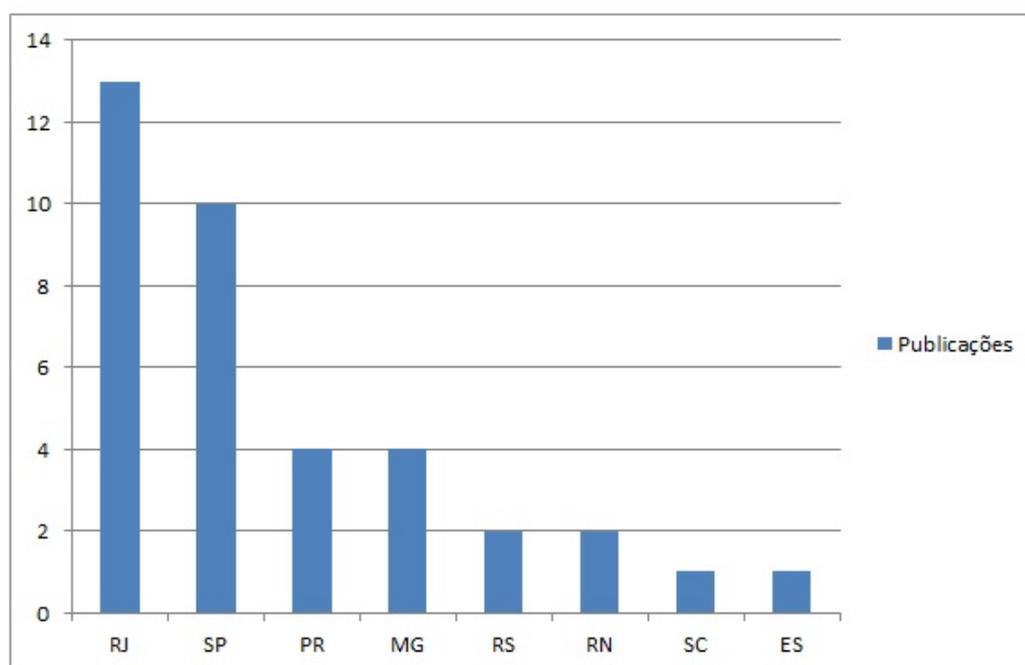


Figura 26: Comparativo de propostas aplicadas por Estado

Fonte: Autor da pesquisa

melhor sua aula. Uma aprendizagem proveitosa exige uma interação com o conhecimento prévio relevante, que existe na mente do aprendiz.

O segundo elemento típico presente nas propostas é o texto histórico, sendo de suma importância atentar para a escolha correta desse recurso, a partir do qual estratégias didáticas se desenvolvem. Esse texto deve ter sido escrito por alguém que tenha conhecimento da área, como um historiador da ciência por exemplo.

Geralmente textos dessa natureza apresentam transcrições das fontes originais, aquelas escritas pelos próprios autores que desenvolveram determinado aspecto da ciência. Outra característica desses textos é que devem atender as necessidades de nosso público, ou seja, ser inteligível, sucinto, utilize auxílios visuais e contemple o resgate dos conhecimentos prévios extraídos dos alunos. Sendo este mais um desafio para os professores, que tem que editar o texto de modo a superar algumas limitações da turma e adequá-lo às condições reais de uma sala de aula.

Para saber se estou diante de um bom trabalho é preciso avaliá-lo de forma mais profunda, tendo atenção para alguns parâmetros como, por exemplo, a sugestão a seguir.

Em função de tudo que dissemos, livros do tipo “História da Mecânica desde Adão e Eva até os dias atuais” devem ser lidos com muito cuidado. Trabalhos que procuram “reconstruir” a História da Ciência através de biografias de cientistas, fazendo apologia a gênios perfeitos e inatingíveis, também devem ser evitados ou lidos com certa postura crítica. É comum

encontrarmos exemplos de História da Ciência Whig em sites da internet nos quais cientistas são rotulados como “pai da Ciência Moderna”, “pai da Química”, “pai do Método Científico” etc. Além disso, textos que fixam datas precisas para processos complexos devem ser vistos com precaução, pois sinalizam que a simples apresentação de uma ideia significou a total derrubada de outras. Registrar a publicação do *De Revolutionibus*, de Copérnico, em 1543, como o início pontual da Revolução Científica, é um exemplo dessa atitude (FERREIRA; MARTINS, 2009, p. 15).

Além de todo o cuidado na escolha é necessário muito trabalho, para fazer uma boa pesquisa. Significando ler muito, tanto obras antigas como estudos recentes em busca de informações mais detalhadas que farão com que o professor sinta-se plenamente preparado para lecionar o assunto escolhido.

A exemplo dos trabalhos dos periódicos, as propostas dos eventos também incentivam a utilização de textos de história da ciência como ponto de partida para contextualização da ciência.

Outro elemento típico do enfoque histórico e filosófico da ciência são as atividades dinâmicas, onde o aluno passa a ser o protagonista de sua aprendizagem. Nessas atividades os alunos interagem com o conhecimento por meio de seminários, experimentos, dramatizações, debates, confecção de artefatos e produção de texto. Estas atividades devem ser planejadas de modo a favorecer a aprendizagem como, por exemplo: a projeção e o debate de um filme, o desafio de representar um filósofo da ciência num teatro, a exposição de obras de arte mostrando suas relações com a ciência, a construção de réplicas de um experimento histórico mostrando seu caráter empírico, leitura de declarações polêmicas feitas por grandes cientistas, etc. Essas atividades dão o tempero para aula, problematizando o ensino do conteúdo e conseqüentemente trazendo o aluno mais perto da disciplina.

As atividades presentes nas propostas mostram, de certa forma, a articulação do enfoque histórico com outras metodologias de pesquisa e ensino de ciências. Analisando: B2, B6, F16, F29 e F32, percebe-se encaminhamentos no enfoque *Experimentos no Ensino de Ciência*, que incentiva os alunos a manipulação de equipamentos, à experimentação e construção de artefatos. Nestas propostas foram construídos: motores elétricos, transmissores de ondas eletromagnéticas, barquinhos à vapor, garrafas de Leyden e réplicas da eolípila³.

Existem alguns trabalhos interessantes quanto ao enfoque *Linguagem e Cognição no Ensino de Física*, como as simulações de tribunais vistos nos trabalhos: E1, E3 e F2. Também temos atividades de criação de histórias em quadrinhos em: B4, E5 e F22. No enfoque *Tecnologia da Informação e Comunicação na Educação* temos o trabalho A13 que

³Do grego *Æolipile*, é uma esfera oca, cheia de água, que é aquecida, fazendo com que o vapor d'água produza ventos.

usa a simulação computacional para reprodução dos experimentos históricos de Galileu e o trabalho E5 que realiza a produção do filme “O Universo de Galileu”.

O enfoque *Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio* ocorreu com bastante frequência nesta pesquisa. As propostas A10 e F22 expressam ser a inserção da física moderna a partir de uma abordagem HFC o objetivo principal.

As produções artísticas foram muito usadas nas propostas. Serviram basicamente, como auxílio para identificar as relações da ciência com o contexto social. Permitiu, quando usado adequadamente, a compreensão das visões de natureza e de mundo de uma determinada época. Em outro aspecto, serviu para o aluno expressar seu conhecimento das questões históricas e filosóficas dos bastidores da ciência. Pode-se ler acerca do uso do cinema nas propostas: A10, B2, F20, F21, F22, G7. Sobre a pintura: A10, F20, F22, F24, F29 e na Música: E2.

A produção de texto foi um dos instrumentos empregados na avaliação dos alunos em A5, E2, F12, F31. Em outros a apresentação de projetos. Em B4, E1, E3, F22 e G6 a preferência pela produção teatral. Entretanto, para a grande maioria a forma mais usual foram os testes.

Com relação à visão de história da ciência trabalhada nas propostas houve ampla maioria trabalhando numa concepção internalista, em que a história das ciências é abordada de um ponto de vista intrínseco à obra científica. Foram 24 contra 14 propostas externalistas que, ao contrário da anterior, desenvolve uma abordagem que vincula os fatos científicos preponderantemente às suas relações com os interesses sociais, ideológicos, econômicos, políticos e culturais. Houve também nove propostas que se utilizavam das duas visões em seu desenvolvimento.

Um último aspecto implícito dessa metodologia, diz respeito a reprodução histórica. Valoriza-se sobremaneira a tentativa de refazer os passos que o grupo de filósofos ou cientistas trilharam para consolidação de uma teoria. Seguir o mesmo caminho que Pascal, Newton ou Galileu seguiu para descrever e explicar determinado fenômeno.

O entendimento é que ao trilhar este percurso, o aluno eventualmente vai adquirir noções corretas sobre a NdC. Ele poderá entender esse complexo mecanismo que é a ciência. Poderá enfrentar conscientemente a questão da abstração e dos modelos matemáticos, podendo assim, emitir declarações coerentes, alcançando o letramento científico.

4.3 Epílogo

Ao concluírem a pesquisa Saga e Toth decidem finalmente preparar uma aula utilizando a abordagem histórica. O conteúdo escolhido foi o magnetismo, assunto que Saga iria trabalhar na semana seguinte com uma das turmas do terceiro ano.

Toth: Mas então Saga, vamos refazer um dos trabalhos que separamos?

Saga: Podemos nos basear em alguns deles. Precisamos usar um texto histórico para contextualizar o conteúdo.

Toth: Vamos verificar as concepções prévias dos alunos sobre o magnetismo?

Saga: É verdade! Precisamos verificar que noções eles têm do conteúdo, independentemente da forma como foram obtidos.

Toth: Um questionário será necessário.

Saga: Sim, com algumas perguntas sobre o fenômeno descrito no livro e se eles enxergam alguma relação com seu cotidiano.

Toth: Qual é o objetivo que você tem em mente ao usar a HFC nessa aula?

Saga: Quero ensinar os conceitos do magnetismo, seguindo sua evolução histórica. Também gostaria de trabalhar a relação da ciência com o contexto social.

Toth: Sei, uma história da ciência do tipo externalista.

Saga: Pode ser, precisamos encontrar um texto que nos ajude a conceituar corretamente as ideias dos alunos. Vamos pesquisar na internet?

Após alguns minutos de pesquisa eles encontram vários textos sobre a origem do magnetismo como a lenda do pastor Magnês que teve a ponta metálica de seu cajado atraído por pedras mágicas, e as primeiras explicações de Tales de Mileto para tais pedras. A partir destas fontes os professores elaboram um texto da evolução histórica do magnetismo.

Toth: A escrita está numa linguagem que julgo apropriada para a classe. Mas se entendi bem essa abordagem, sinto que ainda está faltando algo.

Saga: O que?

Toth: O texto se refere a uma obra importante para o contexto do magnetismo, o livro *De Magnete*⁴ de William Gilbert. Não teríamos que usar esta fonte em nossa proposta?

⁴A obra, publicada em 1600, em Londres, reuniu os conhecimentos da época sobre a atração do ímã, fenômeno que fascinava a humanidade desde a antiguidade, e apresentou novos fenômenos magnéticos, inclusive a ideia de que a própria Terra seria um grande magneto.

Saga: É verdade, o uso de obras originais pode fazer parte de uma abordagem histórica. Mas como fazer para conseguirmos uma cópia dele?

Toth: Vamos pesquisar.

Mais alguns minutos de pesquisa em frente ao computador, eles conseguem encontrar o livro.

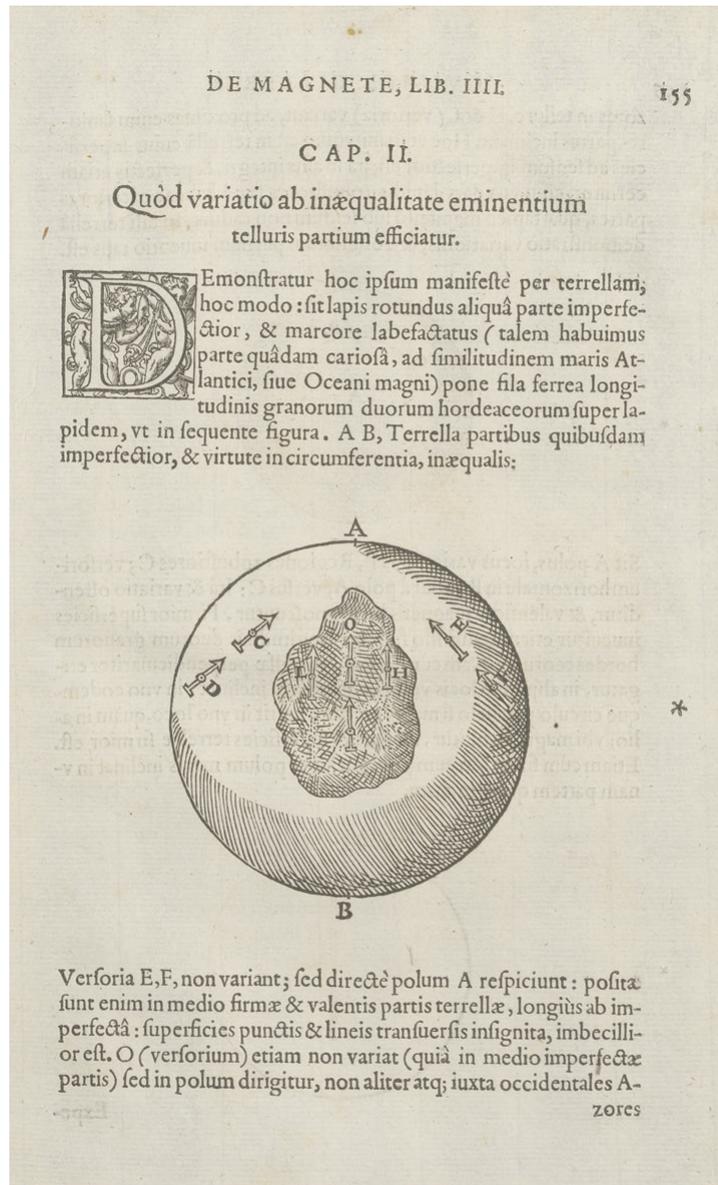


Figura 27: Amostra do livro *De Magnete*
Fonte: Lancaster University

Saga: Achei uma cópia digitalizada aqui neste site. Olha que interessante essa figura e a forma como foi montado este livro.

Toth: Sim, muito interessante! Mas consegue entender alguma coisa que está escrita?

Saga: Hum... eu acho que o texto deve estar em inglês, mas minha habilidade para

traduções não é das melhores.

Toth: Deve estar em latim! O livro não é da idade média?

Saga: Então é da sua época de infância?

Toth: Não sou tão velho assim.

Saga: Eu sei bobo. O livro é de 1600, época final do Renascimento.

Toth: Então sem chance de usá-lo, a não ser que tenhamos uma tradução para o português.

A pesquisa continua. . .

Toth: Olha não consegui achar nada em português. Mas tem um texto sobre o livro escrito por um pesquisador do CBPF, comemorando os 400 anos de sua publicação. Que tal utilizarmos ele?

Saga: Se ele transcreve alguma coisa do original tudo bem.

Toth: Tem umas informações bem legais, por exemplo, você sabia que os ímãs eram usados para denunciar esposas infiéis?!

Saga: Credo!

Toth: Em seu livro, Gilbert critica muitas dessas crendices da época, como a de que o contato do ímã com o alho destruiria o magnetismo.

Saga: A gente acha engraçadas essas coisas, mas esses dias mesmo meu pai comprou uma garrafa d'água magnética que prometia melhorar o equilíbrio das funções intestinais, previne o reumatismo e ajuda até no tratamento de tumores!

Toth: Puxa! É melhor que a água benta da catedral.

Saga: Essas crendices sempre existiram, só estão ficando mais sofisticadas.

Toth: E você tomou da aguinha magnética?

Saga: Um copo, só para não fazer desfeita com o velho.

Toth: Sei. Se você puxou a seu pai garanto que dorme num daqueles colchões magnéticos não é?

Saga: Não mesmo!

Toth: Tá bom, mas falando sério, tem um trecho aqui do texto que você vai gostar, pois trata daquele aspecto externalista da ciência.

Saga: Qual parte?

Toth: Aqui diz que alguns anos antes da publicação do livro, a marinha inglesa se firmava como a maior potência naval da época. Devido à vitória sobre a armada espanhola em 1588, a hegemonia inglesa necessitava dominar as técnicas de navegação e metalurgia, sendo que Gilbert enxergou neste contexto uma grande oportunidade de trabalho. Por isso ocupou-se em reunir os conhecimentos existentes na época e incluir novas contribuições.

Saga: A metalurgia para aperfeiçoamento dos barcos e dos canhões. Já o magnetismo para a navegação. Esse Gilbert não era nenhum bobo, escreveu sobre uma das principais demandas da Inglaterra.

Toth: Então, podemos usar um pouco dessa história toda para mostrar a influência do contexto socioeconômico na ciência.

Saga: Pode ser. Agora podíamos também prever alguns experimentos para deixar a aula mais dinâmica, não acha?

Toth: Sim, pelo menos a maioria das propostas que lemos indica a presença de alguma atividade dinâmica para a classe. Experimentos históricos, como à deflexão da agulha de uma bússola devido a passagem de uma corrente elétrica demonstrada por Hans Oersted, ou as demonstrações de Pierre de Maricourt sobre os polos magnéticos. . .

Após o planejamento da aula, os professores se preparam, reproduzindo cópias do texto e separando o material das demonstrações. Finalmente o grande dia da intervenção didática chega. Apesar da inexperiência em trabalhar o conteúdo numa abordagem de HFC, o fato deles terem antecipadamente se preparado e lido muito acerca do assunto, ajudou-os a se expressar com segurança e clareza, de forma que os alunos gostaram muito das aulas.

Os professores também fizeram uma avaliação posterior e ficaram surpresos com o desempenho da turma, acertando muitos exercícios, mesmo aqueles extraídos do vestibular. Após essa experiência eles se lembraram do professor Salviati e do compromisso que fizeram de voltar à faculdade para contar tudo o que foi feito.

Saga: Professor Salviati, temos muitas novidades para contar. Eu e o Toth planejamos algumas aulas divertidas sobre o magnetismo e utilizamos uma abordagem de HFC que foi muito proveitosa.

Salv: *Che bella notizia*, e como foi planejar e preparar o material da aula?

Saga: É claro que tivemos algumas dificuldades, principalmente na hora de escolher o texto histórico. Toth sugeriu que usássemos uma fonte primária como o livro *De Magnete* de Gilbert, mas desistimos da ideia, pois só encontramos o texto em latim, então partimos para textos de outros autores sobre o livro.

Salv: Entendo. Vocês trouxeram os planos de aula *per me dare un visto*?

Toth: Trouxemos sim professor, olha aqui.

Saga: Antes das aulas propriamente ditas, passamos um questionário para verificar as concepções prévias dos alunos sobre o tema, foram cinco perguntas sobre o magnetismo que perguntavam se eles sabiam explicar o fenômeno magnético ou relaciona-lo com algo do cotidiano. Também perguntámos se eles já tinham visto uma bússola e sabiam para que serve e como ela funciona.

Toth: Depois entregamos um texto sobre a descoberta do magnetismo e as primeiras explicações dadas ao fenômeno pelos filósofos. Eles tinham que levar o texto para ler em casa para que na aula seguinte pudéssemos fazer um debate sobre a concepção histórica do fenômeno e as suas aplicações.

Saga: Além do debate trouxemos ímãs e bússolas para serem manuseados na aula e chegar a algumas conclusões que os antigos estudiosos chegaram, como por exemplo, o fato do ímã não atrair todos os metais.

Toth: Também reproduzimos dois experimentos históricos. A terrella⁵ de Gilbert e o experimento de Oersted⁶. Deu trabalho mas foi bem esclarecedor . . .

A conversa se estende por mais alguns minutos. Em seguida o professor Salviati faz uma leitura do planejamento, olha em especial o texto histórico selecionado e as perguntas formuladas. Finalmente começa a fazer suas considerações.

Salv: Para uma primeira experiência nessa abordagem histórica, vocês fizeram um bom trabalho, gostei muito de ver *che* se preocuparam com os conhecimentos prévios dos alunos, elaborando um *questionario iniziale*. Isto é muito importante para poder planejar *una strategia* adequada. Também gostei da iniciativa em usar obras originais, do esforço em contextualizar Gilbert e de planejarem atividades experimentais, *questo è buono*. E como foi a receptividade dos alunos a proposta?

Saga: Meus alunos estranharam a princípio terem que responder um questionário assim sem aviso prévio. Muitos queriam saber qual era a resposta correta, e acharam engraçado eu dizer que qualquer coisa que eles escrevessem estaria valendo.

Toth: Quando o texto foi passado para leitura, ouvi alguns engraçadinhos dizendo coisas do tipo: “ô professor. . .mudou de disciplina é?”, associando a situação da abordagem contextual com as aulas de literatura e história. Ou “Esse texto não tem uma fórmula, um exercício sequer! Têm certeza que é de física, professor?”, estranheza quanto ao conteúdo.

⁵Uma pequena esfera magnetizada usada como modelo para representar a Terra. Gilbert demonstrou sua hipótese de que a própria terra é um imenso ímã, ao mostrar que bússolas colocadas próximas a terrella sofriam interferência magnética fazendo-as apontar para o seu norte.

⁶Circuito elétrico simples que quando ligado faz com que a corrente elétrica que passa por ele interfira na orientação de uma bússola próxima.

Saga: Foram poucos os que leram em casa, por isso tive de ler junto com eles e parando de vez em quando para esclarecer os conceitos. Eles acharam divertida a forma como Tales de Mileto, Empédocles e Platão⁷ explicaram o fenômeno da atração magnética. Com estes debates foi possível perceber que o conceito foi modificado ao longo do tempo, até chegar ao entendimento que temos hoje.

Salv: A escolha do material histórico é sempre um desafio para esta abordagem. Permitem-me dar algumas sugestões para aperfeiçoá-lo?

Toth: Certamente professor, pois foi para isto que viemos aqui.

Salv: Se você puder optar por um texto de fonte primária, esta será sempre a melhor escolha, agora como existem essas barreiras da língua e da paleografia⁸, e natural buscar textos mais fáceis, mas é aí *che* reside o perigo. Ao utilizá-los, vocês devem ter *una preoccupazione* com a procedência deles. Por isso te pergunto: esse texto *che* usaram como base é de um historiador *della scienza*?

Toth: Acho que não, mas foi escrito por um doutor em física.

Salv: O argumento de autoridade *non* é suficiente para *giustificare* o uso de um texto. Ter sido escrito por um grande especialista em uma área, *non* o torna expert na *storia della scienza*. O texto deve respeitar os requisitos historiográficos mínimos. Mesmo *che* o autor tenha a maior boa vontade, ele pode incorrer em alguns erros, fomenta a visão linear, anacrônica e Whig *della storia della scienza*.

Toth: O senhor pode nos explicar melhor?

Salv: O anacronismo é a tentação de se interpretar feitos do passado à semelhança das teorias do presente e *che* seriam impensáveis no antigo contexto. Uma visão linear implica numa descrição histórica *della scienza* como *una* sequência de sucessos *che* levaram *alla scienza che* aceitamos hoje, esquecendo-se dos fracassos, das discussões e das rupturas de pensamento. Um grande problema, *che* ajuda a gerar *una interpretazione* Whig da *storia*, é a busca de *una* visão geral e abreviada da *storia*, o próprio Butterfield *che* cunhou esse termo, afirmava existir *una* tendência para *che tutta storia* se converta em *storia* Whig.

Saga: Analisando melhor o conteúdo do texto, realmente existem saltos temporais onde fica evidente essa linearidade e simplicidade.

Salv: Ao se tentar apresentar a *storia* de forma resumida, cai-se em *una storia* linear: *una* sequência de eventos *che* são efeito um do outro, e *che* vão levando a resultados “melhores” com o passar do tempo. *Tuttavia*, cada acontecimento histórico sofre muitas influências diferentes. Se quisermos realmente entender a *storia* das ideias a respeito do

⁷Alguns filósofos gregos a oferecem explicações sobre o magnetismo.

⁸Ato de decifrar escritos antigos e medievais.

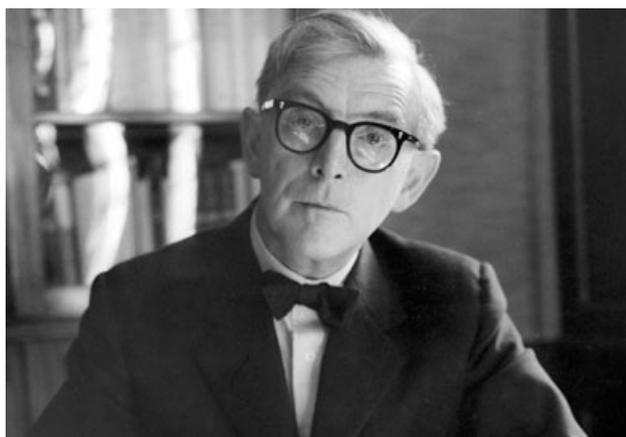


Figura 28: Retrato de Herbert Butterfield (1900-1979)
 Fonte: History Today (2013)

magnetismo, veremos *che la storia* linear simplista è *del tutto inadeguato*.

Toth: Eu concordo com o senhor, se de fato queremos entender a história das ideias não podemos procurar atalhos. Agora como fazer essa transposição histórica para o ambiente escolar que é limitado em vários aspectos? Pela minha experiência um trabalho mais denso é praticamente inviável em nosso contexto. Por isto que eu e Saga construímos um texto de leitura simples, poucas páginas, que trouxesse efetivamente um resumo do desenvolvimento do magnetismo.

Salv: Como disse antes, esse é um dos grandes problemas *che* temos ao lidar com a *storia della scienza*. Precisamos entender *che* a visão antiga dos gregos sobre a natureza e seus fenômenos é uma visão complexa, *che* foi sendo transformada para outra visão também complexa oferecida pelos europeus. A função do historiador é mostrar como se deu essa transformação e *non* procurar heróis e precursores. A cada instante existem milhares de circunstâncias *che* poderiam ser estudadas. É impossível estudar tudo o que ocorre em cada instante. É a partir dessa miscelânea de eventos *che* o historiador faz *una* narrativa compreensível através de um processo de seleção daquilo *che* ele julga *plausibile*.

Toth: Deixar de selecionar e resumir é impossível. Mas este é exatamente um dos problemas da historiografia Whig. Então, devemos simplesmente aceitar que não podemos escapar desse problema?

Salv: O próprio Butterfield apontou para *una soluzione*. Ela está descrita aqui em seu livro, vamos ler dois trechos:

O que temos o direito de exigir dele [do historiador] é que ele não mude o significado e importância da narrativa histórica pelo mero ato de abreviá-la; que pela seleção e organização de seus fatos não seja interpolada uma teoria, não seja imposta uma nova estrutura sobre os eventos, especialmente uma que nunca seria viável se toda a história fosse contada com

todos os seus detalhes. O resumo pode ser tão simples quando se queira, mas ele deve ser uma exposição da complexidade, em uma forma ou outra (BUTTERFIELD, 1931, p. 102).

Não é um pecado que um historiador introduza uma preconceção que possa ser reconhecida e levada em conta. O pecado, na composição histórica, é organizar a narrativa de modo que essa preconceção não possa ser reconhecida, e o leitor fique preso com o escritor naquilo que é realmente um argumento circular pérfido. É abstrair os eventos de seu contexto e arranjá-los numa comparação implícita com o presente, e depois pretender que está permitindo que ‘os fatos falem por si mesmos’ (BUTTERFIELD, 1931, p. 105).

Salv: Sabemos ser impossível *una* narrativa *storica* neutra, mas podemos deixar explícito para o leitor, *che* se trata de um recorte de *una storia più complessa*, e *che* a seleção e as conexões apresentadas são criações do historiador.

Toth: Vamos colocar na próxima versão do texto essas observações.

Salv: Há mais alguns equívocos nele *che* precisam ser corrigidos, como chamar Gilbert de cientista. Ele viveu numa época *che* essa palavra ainda *non* existia, ele foi um médico, um filósofo *che* escreveu um importante livro sobre o magnetismo. Há também aquela *storia* sobre o pastorzinho de ovelhas *che* é de caráter muito duvidoso, reforça *una* visão *della scienza* de descobertas ao acaso, o *che non* é verdade, outras histórias típicas como esta são o eureka de Arquimedes (MARTINS, 2000) ou a maçã de Newton (MARTINS, 2006), devemos evitar essas coisas.

Saga: A gente acaba contando essas histórias engraçadas relacionadas à história da ciência para tornar as aulas mais interessantes.

Toth: Mas o prejuízo que elas causam é enorme.

Salv: Nem tudo o *che* se encontra nos livros didáticos ou na internet é autêntico. Muitas das histórias mais conhecidas e divulgadas são lendas sem *fondamento*. Quem *non* tem um conhecimento profundo arrisca-se a ensinar *una storia della scienza* falsa. Por isso *che* sugiro da próxima vez que utilizarem essa proposta possam buscar textos de autores que sejam historiadores *della scienza*. Para isto analisem o currículo do autor, se ele tem muitos trabalhos de pesquisa na área. Olhem para a bibliografia *che* ele utiliza em seu texto, se ela é ampla e usa obras primárias e secundárias. Estes são bons parâmetros para escolha.

Toth: Puxa! Essa abordagem é bem mais trabalhosa do que imaginava.

Salv: É preferível fazer pouco, bem feito, do *che* fazer muito, mal feito. Discuta detalhadamente, apenas um ou dois temas históricos em cada aula. Lembre-se *che* o

domínio do uso da HFC requer tempo e esforço. Vocês estão no caminho correto. É só continuar buscando inspiração nos artigos *che* vocês separaram, tendo em mente um pouco dessas preocupações *che* expus.

Saga: Tenho a intenção de reproduzir algumas dessas propostas selecionadas com minhas turmas.

Salv: Penso ser uma ótima ideia, pois vai ajudá-la a desenvolver ainda mais seu entendimento do enfoque histórico e filosófico *della scienza*. Agora *io* te incentivo a ir mais além, a continuar a desenvolver novas propostas e escrever seus relatos de experiência para *nostra* comunidade.

Toth: Reproduzir algo pronto, seguindo um mesmo caminho é de certa forma fácil. A grande dificuldade é justamente pensar em algo novo que ninguém ainda fez. Como por exemplo, uma proposta sobre acústica.

Saga: É verdade, como poderíamos estruturar uma proposta dessas, professor?

Salv: Bom, o objeto central da acústica é o som. Poderíamos buscar algo interessante sobre ele e pesquisar as fontes históricas.

Toth: Que tal começarmos pela velocidade do som? No ar ela é cerca de 340 m/s mas ela depende do meio⁹ em que se propaga. Na água sua velocidade salta para 1450 m/s .

Saga: Como que se chegou a esses valores? Existem relatos da medição destas velocidades?

Salv¹⁰: *Si*. No final do século XVII, Isaac Newton foi um dos *che* tentaram medir tal velocidade. Suas medições *non* são as melhores obtidas em sua época. Mas é interessante observar como ele tentou fazer essas medições. No Trinity College de Cambridge havia um longo corredor onde era possível de se ouvir um eco. Ele tentou medir o tempo *che* o som levava para ir e voltar. Como instrumento de medição ele utilizou um simples *pendolo*. O tempo gasto pelo *pendolo* para completar um balanço depende do seu comprimento. No momento em *che* se ouvia o som agudo o *pendolo* era liberado. Se o *pendolo* voltasse antes do som, ele estava adiantado e seu comprimento era aumentado. Se o som voltasse primeiro ele estaria atrasado e o *pendolo* tinha o seu tamanho reduzido. Dessa maneira ele pode se aproximar cada vez mais do tempo exato *che* o som demorava em chegar ao fim do corredor e voltar, podendo assim medir a velocidade do som.

Toth: Que dureza era medir o tempo nessa época, heim! Essa tentativa do Newton poderia ser uma boa introdução. Em seguida poderíamos definir o que é o som, suas

⁹Além do meio existem outros fatores que influenciam na velocidade sonora, como a temperatura por exemplo.

¹⁰Parte das falas de Salviati foram baseadas no décimo oitavo episódio da série O Universo Mecânico produzido no ano de 1985 pelo professor Dr. David L. Goodstein, do Instituto de Tecnologia da Califórnia.

características, essa questão da variação da velocidade. . .

Saga: Sim, poderíamos propor aos alunos que procurassem um local onde pudessem medir o tempo de seu próprio eco e fazer os cálculos para determinar a velocidade sonora.

Salv: Seguindo a estrutura típica de *una* proposta com a *storia della scienza* ajudando na contextualização do *contenuto* e a reprodução de experimentos históricos. Poderíamos iniciar *una* discussão sobre a NdC e seu método.

Saga: De que forma?

Salv: Newton tinha *una* teoria sobre a velocidade do som e achava *che* ela devia ser igual à raiz quadrada da pressão atmosférica dividida pela densidade do ar. Quando utilizou esses valores para determinar essa velocidade, o resultado foi 298 *m/s*. Newton tentava medir a velocidade a fim de confirmar se sua teoria estava *corretta*. Mas a medição mais precisa da época *non* foi obtida por ele, mas por William Derham¹¹, *che* conseguiu o resultado de 348 *m/s*. Nessa altura Newton precisou fazer o *che* todo cientista precisa fazer. Um julgamento de valor. Sua teoria previa um número, a experiência mostrava outro número, a questão era isso é bom ou ruim? Esse acordo ou desacordo entre esses números é satisfatório ou insatisfatório? O cálculo da velocidade apresentava um erro de 15%. Ele deveria ter ficado satisfeito, mas analisou a situação e achou *che* ela era completamente inaceitável. Pois todo o avanço da revolução científica desde o tempo de Copérnico era retirar a mágica e o ocultismo *della scienza*. Newton havia introduzido sua teoria da gravitação nas quais forças invisíveis agiam entre os corpos a grandes distâncias e sem *che* houvesse nada entre eles, isso parecia mágica! Ele defendia sua teoria dizendo *che* estava correta porque ela funcionava. Conseguiu fornecer previsões numéricas exatas. Esse é o verdadeiro teste de validade de *una* ideia científica. Se a concordância é o verdadeiro teste da teoria da gravitação, ela também deveria ser o verdadeiro teste de sua teoria sobre a velocidade do som *che* estava errada em 15%. Newton decidiu então corrigir sua própria teoria fazendo varias considerações *ad hoc*. Hoje sabemos *che* a verdadeira razão da diferença entre o cálculo de Newton e a velocidade do som medida é que o ar é aquecido quando comprimido, fazendo com *che* volte para trás um pouco mais rapidamente, esse efeito só foi descoberto um século após sua morte.

Toth: Olha só, conheci mais uma do grande Newton! Essa ideia de montar propostas até que é bem divertida.

Saga: E como! Também vejo na música outra maneira de motivar nossos alunos para se interessarem pela acústica. Será que poderíamos acrescentar algo de HFC à música?

¹¹Foi um clérigo e filósofo natural inglês que em 1705 foi capaz de calcular a velocidade do som com boa concordância, ao observar do alto da torre da Igreja de Upminiser a defasagem de tempo entre o flash e o rugido de canhões sendo disparados a 12 quilômetros de distância do outro lado do rio Tâmis em Blackheath.

Toth: Acho que sim. Não foi Copérnico que tentou associar as órbitas dos planetas às notas musicais?

Salv: Na realidade existe em um livro de Kepler intitulado *Harmonice Mundi* a menção dessa relação da astronomia com a música, mas *io penso che una* abordagem mais frutífera poderia falar das relações numéricas *che* Pitágoras observou usando um interessante instrumento de corda, o monocórdio (Figura 28), *una* caixa de ressonância para o estudo das vibrações sonoras. A descoberta foi importante porque ela representa a primeira conexão entre a matemática e o mundo físico.



Figura 29: Gravura do livro *Theorica Musicae* de 1492
Fonte: Wikipédia (2013)

Toth: Teríamos que pesquisar mais a respeito, pois o que certamente não podemos fazer é improvisar, pois o uso de uma história da ciência falsa só vai prejudicar o ensino e reforçar a visão distorcida da ciência.

Salv: Vejo *che* o professor entendeu muito bem o espírito do método.

Saga: Uma parte importante das propostas é a escolha do material histórico adequado ao conteúdo que vamos trabalhar. Esse material deve vir de fontes confiáveis como as fontes primárias ou secundárias, escritas por historiadores da ciência.

Salv: Além desse cuidado em utilizar obras bem escritas sobre *storia della scienza*, os professores precisam aprender *storia* e filosofia *della scienza*. Isto exige um tempo maior para ser possível explicar e discutir detalhadamente um tema.

Saga: Não sei quanto a você Toth, mas eu estou satisfeita com tudo que fizemos aqui. Certamente vou fazer uso da HFC no ensino de uma maneira mais consciente a partir de agora.

Toth: Eu confesso que não tinha a mínima vontade de mudar minha metodologia de ensino quando tudo isso começou. Mas aos poucos essa abordagem histórica e filosófica acabou se mostrando pertinente, de modo que estou disposto a utilizar algumas sugestões interessantes que encontramos.

Salv: Vocês perceberam com o tempo *che* o repertório de intervenções em HFC vai crescer, assim como sua técnica de ensino vai ser aperfeiçoada. Serão capazes de trabalhar qualquer *contenuto* de forma natural, desde *che* estejam se esforçando para buscar e ler material histórico de boa qualidade. Venham participar dos programas de pós-graduação aqui da faculdade, tragam mais professores da escola. Vocês podem fazer disciplinas isoladas comigo ou com outros colegas *della filosofia* e assim poderão pleitear *una vaga* no mestrado, desenvolvendo um *buon progetto* de pesquisa.

Saga: Isto seria ótimo!

Toth: O sossego da minha aposentadoria está comprometido!

Salv: Ora! Vai ser muito interessante a oportunidade de tê-lo junto *nel nostro programma* para enriquecer nossas discussões.

Toth: É mesmo?! Depois não aceito reclamações, heim?!

Saga: Professor Salviati, mais uma vez muito obrigada por toda sua ajuda para esse projeto. Seus conselhos foram muito importantes para mim.

Toth: Deixando as brincadeiras de lado, também quero agradecer por sua bondade em nos receber e doar de seu tempo para auxiliar nosso projeto. Sei que apesar de algumas divergências o diálogo foi muito produtivo.

Salv: *Non* precisam agradecer amigos. *Spero* mesmo poder revê-los mais vezes. E juntamente com outros colegas poderemos fazer *una* aproximação entre a universidade e os professores da educação básica, *che* de uma forma ou de outra se envolvem com essa área de estudos tão encantadora. Penso *che* precisamos fazer com que essas discussões possam chegar à sala de aula, beneficiando o que mais importa em toda essa *struttura*: O aluno individualmente. Ele precisa e tem direito de receber uma formação *adeguata* sobre *scienza*.



5 Conclusão

Existe uma expressão acadêmica que indica o que se tentou fazer nesta dissertação. A expressão é: *estado da arte*, que por definição significa o nível mais avançado de conhecimento ou de desenvolvimento de uma determinada área em um determinado momento.

A revisão sistemática da literatura especializada em ensino de física, além de ter sido um esforço do autor na compreensão da abordagem histórica e filosófica da ciência, foi também um olhar sobre o seu desenvolvimento ao longo dos últimos 40 anos. Esse esforço traduzido em citações, descrições, tabelas e gráficos, permitiu traçar um panorama geral das propostas, fornecendo informações relevantes para essa área de pesquisa.

O trabalho foi um recorte de duas grandes áreas: a história e a filosofia, mas também foi uma construção dos diversos aspectos destas áreas, unidas na elaboração de intervenções didáticas para o ensino de ciências. Utilizou-se um pouco do positivismo, do círculo de Viena, da epistemologia Kuhniana, um pouco das relações da ciência com o contexto social, das exigências da historiografia, e dos desafios da didática da ciência, para então atingir uma compreensão plausível desta área multifacetada.

O panorama geral mostrou que apesar de termos uma grande comunidade trabalhando em encaminhamentos didáticos, ainda existem regiões de nosso país que estão alheias a esse movimento de maneira a não publicarem artigos, relatos de experiência e comunicações orais nos periódicos e eventos mais importantes de nossa área.

Não quero dizer com isto, que nada esteja sendo feito nos estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Ao contrário, existem muitas publicações em HFC de pesquisadores dessas regiões, porém quando me refiro a propostas didáticas, esta pesquisa mostra a quase inexistência de publicações dessas regiões nos principais periódicos e eventos da área de ensino de Física. O que é feito nestas regiões também precisa ser divulgado nesses meios de comunicação.

É preciso pensar em formas de estimular nossos colegas de fora do eixo Rio-São Paulo a compartilhar suas experiências de sala de aula no uso dessa metodologia, para enriquecer ainda mais nosso debate e repertório de propostas.

Observando o número das propostas apresentadas pelas revistas e eventos da área de

ensino de ciências percebe-se que muito pouco foi produzido no período de 40 anos, o que mostra um descompasso entre esta produção e a relevância que vem sendo dada a HFC no ensino de ciências.

Com relação ao conteúdo abordado, as propostas para o ensino médio vêm gradualmente fechando todo o conteúdo curricular, num futuro próximo espera-se que todo o currículo seja contemplado com pelo menos um exemplo de aplicação da HFC no ensino de Física.

Quanto ao ensino superior observa-se uma grande carência de trabalhos. Encontramos uma concentração deles apenas na mecânica clássica, todo o resto está desprovido. Por alguma razão, os professores universitários preferem utilizar outras metodologias de ensino para a Física ao invés da abordagem histórica. Esta informação pode vir a ser objeto de uma pesquisa futura, inclusive um grupo de pesquisa pode ser montado para o desenvolvimento de propostas para suprir essa carência.

Comparando o ensino de ciências praticado nas escolas da educação básica com o ensino praticado na maioria das universidades percebem-se muitas semelhanças. Ambos têm como principal objetivo conferir lógica ao conteúdo abordado. Visam também o treinamento dos alunos na resolução de problemas para o desenvolvimento de suas habilidades matemáticas e a relação dos números com a realidade física.

Uma típica aula de física, semelhante a uma de matemática, segue basicamente o mesmo roteiro: uma pequena introdução onde é apresentado um determinado conceito; vários exemplos e demonstrações de resolução de problemas associados ao conteúdo; passagem de uma lista de exercícios para os alunos resolverem. Este roteiro vai sendo repetido a cada novo conceito apresentado.

Os livros também seguem essa mesma metodologia. A meta principal é ensinar os estudantes a raciocinar através de situações que envolvem desafios, partindo dos princípios básicos até chegar a uma solução. Embora alguns problemas propostos sejam do tipo substituição de valores, a maioria dos problemas propostos dá importância ao raciocínio.

Quando a intenção é utilizar a HFC no ensino, esse roteiro passa por mudanças drásticas. A análise das 47 propostas permitiu resumir como a HFC está sendo utilizada em parte de nosso país. Nas aulas de Física ela se tornou uma ferramenta eficaz quando o desejo é problematizar e contextualizar o conteúdo científico. Por isso que ela vem sendo utilizada para dar significado ao conteúdo, através da leitura de textos históricos e do debate.

Muitas propostas também permitem olhar para outras questões, desprezadas pelo modelo empírico-indutivista vigente, como por exemplo, o contexto sociocultural onde a ciência é desenvolvida.

A experimentação é outro ingrediente desse novo roteiro. Tanto a demonstração como a reprodução de experimentos históricos é muito citado. Mas nem sempre é tão simples quanto parece, pois encontrar e preparar material experimental ainda é um desafio para muitas escolas. Entretanto tem-se essa concepção da importância de se dedicar um tempo do trabalho para a experimentação.

As propostas em HFC possibilitam boas discussões sobre a NdC, por combater certas concepções científicas ingênuas e irrisórias. Muitos trabalhos apresentam bons resultados quanto à mudança dessas concepções.

Podemos resumir nosso novo roteiro a: verificação das concepções prévias; desenvolvimento histórico dos conceitos; discussões sobre modelos; contexto sociocultural; demonstrações experimentais; exemplos de aplicação e resolução de exercícios; produção de texto, seminários e/ou produção artística como teatro ou a confecção de histórias em quadrinhos.

Temos pelos menos duas formas distintas de se trabalhar HFC no ensino de Física. Uma delas é o ensino integrado ao seu desenvolvimento histórico e a outra a apresentação da HFC como um adendo, livre do conteúdo. A escolha dos autores por esta ou aquela maneira vai muito da experiência pessoal no uso do enfoque, ou do tempo disponível para sua intervenção.

Em relação à eficiência do ensino, todos os 37 trabalhos que foram aplicados em sala expressam bons resultados, inclusive os trabalhos que investigam a receptividade de alunos e professores a HFC apresentam resultados animadores.

Contudo certo desencanto parece tomar conta dos meios educacionais quanto à eficiência de compreender a ciência através do acesso histórico. Pois nem sempre os alunos se mostram interessados em estudar a disciplina e enxergam as nuances e os enredos históricos como desnecessários. Algo a mais para incomodar a sua vida estudantil.

Em relação aos professores, muitos que imaginavam encontrar no enfoque HFC técnicas pedagógicas capazes de facilitar sua tarefa ficam certamente decepcionados, devido a sua natureza metodológica ser mais estratégica do que tática dentro do ensino de ciências. Exige uma ampla preparação e estudo para elaboração do material histórico. Decisões sobre os aspectos científicos que se deseja trabalhar integrado ao desenvolvimento histórico ou não. Planejamento de atividades e formas de avaliação que não envolva apenas a habilidade matemática.

Trata-se então de uma questão de escolha, de adesão e comprometimento ao enfoque buscando seu aperfeiçoamento contínuo. Como o fator tempo é essencial nessa metodologia, muitos acabam desistindo dela em favor de outra metodologia mais conveniente a sua realidade profissional.

As dificuldades existem. Posso reconhecer inicialmente o despreparo dos professores em trabalhar com HFC. A formação acadêmica ainda não contempla o ensino de tal metodologia de forma profícua. No contexto atual é preciso buscar uma especialização, ou durante a graduação, participar de projetos de iniciação a docência em que se estuda e trabalha essa abordagem em sala de aula. É necessário ter disciplinas que trabalhem com esse enfoque nos cursos de licenciatura, para que mais professores tenham a oportunidade de conhecer essa área de pesquisa.

Outro grande desafio é a escolha e elaboração do material histórico. Como visto no diálogo, encontrar material adequado que atenda as exigências da didática das ciências e os requisitos historiográficos não é tarefa fácil. Existe muito material histórico inadequado na rede mundial de computadores que sustenta uma visão linear, Whig e anacrônica do desenvolvimento científico. Até mesmo a própria comunidade científica tem dificuldades em identificar essa inequação, permitindo a publicação e apresentação de trabalhos que reforçam essa visão. Há que se ter cuidado.

Depois de vencida a etapa de seleção e elaboração de material histórico, a dificuldade é passar esse material ao aluno de forma que ele não a julgue enfadonha. Por isso a preocupação em realizar atividades dinâmicas, como os esquetes, os debates, e as demonstrações experimentais. A articulação metodológica é importante. Pode ser que não funcione, mas em geral os alunos gostam de atividades lúdicas, preparadas com propósito de ensino.

A forma de avaliar os alunos também pode se considerado difícil. Tradicionalmente só se avalia a habilidade deles em resolver problemas de Física. Nesse quesito a maioria das propostas optou pelo tradicional, ao fim da intervenção uma prova com questões conceituais e problemas de vestibular. Mas em algumas se observou a produção escrita, a apresentação de seminários e peças teatrais como parâmetros de avaliação.

Duas perguntas: o ensino de física de forma integrada a seu desenvolvimento histórico atinge os objetivos específicos da disciplina? Esse tipo de ensino é eficaz na preparação dos alunos para o vestibular ou o ENEM?

Observando o contido em documentos oficiais como os PCN+ e as OCEM vejo de maneira muito positiva a resposta à primeira pergunta. Segundo esses documentos:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reco-

nhecida 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, 1999, p.59).

Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas.

A Física também deve ser entendida como cultura, na medida em que a escola tem o dever de assegurar o acesso da população a uma parcela dos saberes produzidos. Não se trata, todavia, de abandonar os conteúdos ou partir para generalidades; os conteúdos devem ser explorados com rigor, mas devem passar por escolhas criteriosas e tratamento didático adequado, afim de que não se resumam a amontoados de fórmulas e informações desarticuladas. Só a história não é suficiente, pois é necessário ir além do processo e compreendê-lo, para garantir a investigação. Longe de noções vazias e sem sentido, necessita-se ensinar “como as coisas funcionam”. É nessa perspectiva que entram os conteúdos específicos, inclusive o necessário uso dos cálculos (BRASIL, 2008, p.53-54).

O ensino de física integrado ao seu desenvolvimento histórico consegue atender ao conjunto de competências contido nesses documentos, pois possibilita a visão desta ciência como uma construção humana. Ela problematiza o conteúdo, estimulando o debate e o questionamento, bem como permite mostrar a ciência como um dos aspectos da cultura. Ela confere contexto ao conteúdo peculiar da disciplina, facilitando a apreensão dos conceitos e uma atitude mais aberta aos modelos matemáticos.

Agora, com relação à segunda pergunta já não tenho tanta certeza. Uma vez que o objetivo do ensino de física num viés histórico-filosófico não é a preparação do aluno para uma prova ou exame, mas sim de prepará-lo para compreender os fenômenos naturais por meio da discussão histórica dos modelos desenvolvidos pela humanidade. Estimulando o questionamento e a relação da ciência com seu cotidiano. Ela auxilia na argumentação, no enfrentamento de problemas, na elaboração de críticas ou propostas e da participação no convívio social, além de outros benefícios como mencionados no final do capítulo 2.

A pressão de algumas escolas pela aprovação dos alunos é real. Haja vista que o número de aprovados no vestibular é um indicativo da eficiência destas instituições de ensino. O professor por vezes, terá que negociar o uso do enfoque histórico em detrimento dessa exigência. Poderá usar esta abordagem, desde que consiga cumprir com todo o conteúdo programático e que os exercícios de vestibular sejam corrigidos em sala. A

partir do momento em que esses exames estiverem mais alinhados aos objetivos propostos nos documentos curriculares oficiais, o uso da HFC será essencial para preparar os alunos para estas provas.

Após todo esse estudo e discussão acerca do tema desta dissertação, posso afirmar com segurança que as estratégias de ensino estruturadas a partir de temas da história e da filosofia da ciência são um dos caminhos possíveis para proporcionar mudanças significativas no modelo de ensino em ciências. Pois ele privilegia a história da ciência que evidencia um progresso científico real, ou seja, descontínuo e inacabado. Ela consegue dar significado ao conteúdo, apesar das críticas existentes, consegue bons resultados como visto na análise feita.

Para mim foi gratificante poder nestes últimos dois anos me dedicar a esta pesquisa, garimpando propostas de intervenção didática em HFC. Minha expectativa inicial se confirmou. Ao ler e analisar tantos trabalhos pude compreender tanto o planejamento quanto a aplicação desta metodologia e fui além, reconhecendo as dificuldades e as críticas que se não forem levadas em conta, podem transformar uma iniciativa de trabalho num grande fiasco. Ocasionalmente mais problemas do que benefícios aos alunos.

Tive a experiência de trabalhar parte do conteúdo de Física através dessa metodologia e verifiquei muitos dos benefícios mencionados, assim como também senti na pele a dificuldade da elaboração de uma proposta. Por envolver uma forma de trabalho peculiar, privilegiando muita leitura, produção de material histórico adequado (textos, experimentos, vídeos, etc.) e a presença de debates que exigem um enorme tempo de planejamento.

Quando estava na condição de acadêmico, dispunha deste tempo para planejar. Também tive o apoio de dois professores experientes que me deram liberdade para aplicar minhas ideias. Tinha o retorno tanto deles como dos alunos, o que facilitou meu trabalho. Porém depois de formado a situação rapidamente se modificou.

A jornada de trabalho agora é de cinco aulas seguidas por turno, para turmas diferentes, o tempo de preparação chamado de hora-atividade é insuficiente devido a uma série de atribuições tanto pedagógica como administrativa, a saber: planejamento, preenchimento do livro de classe, preparação e correção de provas e trabalhos, preenchimento de livro-ponto, análise do desempenho individual dos alunos, fora o bate papo e o cafezinho com os colegas.

Considero o local de trabalho inapropriado também. A sala dos professores assim como toda a escola é um ambiente de barulho, que prejudica a concentração, por isso quando estou preparando aulas nessa abordagem de HFC, quase sempre é no horário de folga.

Sendo disciplinado, organizando e tomando-se os devidos cuidados no uso da HFC

é possível a realização de aulas significativas e de boa qualidade. A viabilidade do seu uso no ensino é condicional. O professor deve fazer um esforço extra para poder utilizá-la. Precisar ler bem mais do que esta acostumado no seu planejamento habitual. Terá que ser mais crítico, para poder produzir textos adequados para ensinar os alunos. Deve estar disposto a interagir mais com a turma preparando atividades que envolvem custos, como cópias dos textos ou material mais elaborado para experiências. Sem essa atitude a abordagem histórica não atinge plenamente seu objetivo, sendo apenas um elemento acessório e não decisivo no ensino de ciências.

Espero que este trabalho possa contribuir para a melhoria do ensino de ciências, sendo uma fonte de acesso às pessoas que se interessam por esta área, gerando novas ideias e facilitando a busca de trabalhos aqui sistematizados e categorizados.

Para encerrar gostaria de falar mais sobre nossas personagens do diálogo e das escolhas que elas fizeram. Para Saga elas proporcionaram uma vigorosa mudança na sua carreira. Ela de fato conseguiu escrever e apresentar seu projeto de pesquisa à Universidade, sendo aceita no programa de pós-graduação e realizando um ótimo trabalho de mestrado. Atualmente ela ainda continua com suas pesquisas em ensino de ciências e está trabalhando na publicação de seu primeiro livro.

Quanto a Salviati, conseguiu organizar um grupo de pesquisa que tem levado adiante uma biblioteca virtual de documentos raros e antigos. Um trabalho de pesquisa conjunto que vem se refletindo em publicações, seminários, orientações no Brasil e no exterior na área de História da Ciência e suas interfaces. Continua trabalhando na linha de pesquisa: história, ciência e cultura.

Já para Toth apesar de seu entusiasmo no final do diálogo, sua atitude foi continuar a trabalhar da forma que sempre trabalhou. Ele até buscou preparar aulas baseadas no enfoque histórico, mas o fez de forma bem esporádica. Apesar de suas escolhas guardou sempre com carinho a experiência que teve durante meses na separação de artigos e leitura de trabalhos.

E você caro leitor, que caminho pretende seguir?



Referências

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O que é história da ciência?** São Paulo: Brasiliense, 1994. 93 p.

ALVES, Rubem. **Filosofia da Ciência:** introdução ao jogo e suas regras. São Paulo: Brasiliense, 1981. 176 p.

ANDRADE, Napoleão Laureano de. Concepções de progresso científico em Conant e Kuhn. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 67-80, abr. 2000.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977. 230 p.

BARKER, Joel Arthur. **Discovering the Future:** the business paradigms. Lake Elmo: ILI Press, 1988. 133 p.

BASSALO, José Maria Filardo; CRISPINO, Luís Carlos Bassalo. Sir William Thom- som e a instalação do cabo telegráfico submarino entre Pernambuco e o Pará. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 513-516, 2007.

BELL, Randy L. Teaching the Nature of Science: three critical questions. **National Geographic**, July, 2009.

BOSS, Sergio Luiz Bragatto; CALUZI, João José. Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 635-644, 2007.

BRAGA, Marco; GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio. Uma abordagem histórico- filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 224-248, ago. 2004.

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais - En- sino Médio.** Brasília: Ministério da Educação, 1999. 144 p. (Orientações Educacionais

Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais)

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2008. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio - volume 2)

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **Física**. Brasília: Ministério da Educação, 2008. 66 p. (Catálogo do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio - PNLEM/2009)

BRONOWSKI, Jacob. **Science and Human Values**. New York: Julian Messner, 1956. 94 p.

BUTTERFIELD, Herbert. **The Whig Interpretation of History**. London: G. Bell, 1931. 132 p.

CABALLERO, José Ricardo Díaz. Pronósticos heurísticos filosóficos para la física cuántica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 113-121, 1996.

CEOLIN, Maurício Francisco; RIPPER, José Ellis. Laser visto por um físico do século XVIII. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 3-7, 1980.

CHALMERS, Alan Francis. **O que é Ciência Afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993. 210 p.

CHIBENI, Silvio Seno. A fundamentação empírica das leis dinâmicas de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 1-13, 1999.

DIAS, Penha Maria Cardozo; SANTOS, Wilma Machado Soares; SOUZA, Mariana Thomé Marques de. A gravitação universal. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 257-271, 2004.

EL-HANI, Charbel Niño; TAVARES, Eraldo José Madureira; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.

ÉVORA, Fátima Regina Rodrigues. A descoberta do telescópio: fruto de um raciocínio dedutivo?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 6, n. e, p. 30-48.

FALCHI, Luciene Correa. Um talento não convencional: a genialidade multifacetada de Satyendra Nath Bose. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 601-623.

FAUR, Mirella. **Mistérios Nórdicos**: deuses, runas, magia, rituais. São Paulo: Pensamento, 2007. 496 p.

FERREIRA, Guilherme Fontes Leal. Notas da história da física no Brasil. **Física na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 28, 2000.

FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo; MARTINS, André Ferrer P. **História da Ciência – o que é?** Natal: UFRN, 2009. 22 p.

GALILEI, Galileo. **Dialogo sopra i due massimi sistemi**. Turim: Einaudi, 1970. 599 p.

GANCI, S. Fabricantes de instrumentos científicos numa pequena cidade italiana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 3602, 2009.

GARFIELD, Eugene. The life and career of George Sarton: the father of the history of science. **Sartoniana**, Ghent, v. 5, p. 109-131, 1992.

HORKHEIMER, Max; ADORNO, Theodore Wiesengrund. **Dialectic of Enlightenment**: Philosophical Fragments. Stanford: Stanford University Press, 2002. 284 p.

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

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KÖHNLEIN, Janete F. Klein; PEDUZZI, Luiz 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**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

KRAUT, Richard. **Aristóteles**: a Ética a Nicômaco. Porto Alegre: Artmed, 2009, 351 p.

LAKATOS, Imre. **The methodology of scientific research programmes**: Philo-

sophical Papers Volume 1. Cambridge: Cambridge University Press, 1978. 250 p.

LEDERMAN, N. G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; SCHWARTZ, R. S. Views of nature of science questionnaire (VNOS): toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 39, p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, N.G. **Nature of science**: past, present, and future. In S.K. Abell, & N.G. Lederman, (Editors), Handbook of research in science education. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Publishers, 2007.

LUBURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

MARCUM, J. A. **Thomas Kuhn's Revolution An Historical Philosophy of Science**. New York: Editora Continuum, 2005. 182 p.

MARQUES, Alfredo. Reminiscências de César Lattes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 467-482, 2005.

MARTINS, Roberto de Andrade. A descoberta dos raios-x: o primeiro comunicado de Röntgen. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 373-391, 1998.

MARTINS, Roberto de Andrade. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Cadeno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 115-121, 2000.

MARTINS, Roberto de Andrade. A maçã de Newton: história, lendas e tolices. p. 167-189, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MONTOYAMA, Shozo. História da ciência e tecnologia no Brasil: desafios contemporâneos. In: SCIENTIARUM HISTORIA, 4. 2011, Rio de Janeiro. **Livro de Anais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, Ildeu de Castro. O Brasil nos Principia: observações astronômicas de Couplet na Paraíba. **Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 33-34, 2003.

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

NARDI, Roberto. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 63-101, 2005.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Editorial. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 2-3, 1984.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Força e movimento na ciência curricular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 87-93, 1992.

ROBILOTTA, Manoel Roberto. O cinza, o branco e o preto – da Relevância da história da ciência no ensino da física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 5, n. especial, p. 7-22, jun. 1988.

ROCHA, José Fernando(Org.). **Origens e evolução das idéias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002. 372 p.

SAITO, Fumikazu; DIAS, Marisa da Silva. Interface entre história da matemática e ensino: uma atividade desenvolvida com base num documento do século XVI. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 1, p. 89-111, 2013.

SALINAS, Silvio Roberto de Azevedo. Notas para uma história da Sociedade Brasileira de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 351-355, 2001.

SANDOVAL, Julia Salinas de; CUDMANI, Leonor Colombo de. Epistemología e historia de la física em la formación de los profesores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 15, n. 1 a 4, p. 100-109, 1993.

SARTON, George. L'histoire des sciences. **ISIS**, Chicago, v. 1, n. 1: p. 3-46, 1913.

SEYMOUR-SMITH, Martin. **Os 100 Livros que mais influenciaram a humanidade**: a história do pensamento dos tempos antigos à atualidade. Rio de Janeiro: Difel, Bertrand Brasil, 2002. 678 p.

SIMÕES, Ana. História da Ciência. In: Conferências do Instituto de Estudos Acadêmicos para Seniores, 1. 2010, Lisboa. **Atas**. Lisboa: Academia de Ciências de Lisboa, 2010. p. 4-21.

SOUZA, Geraldo Lopes. **Introdução Histórico-Crítica às Pedagogias Acríticas**: Essencialismo e Existencialismo. Brasília: Alpha, 2003. 140 p.

STUDART, Nelson. Carta do editor. **Física na Escola**, São Paulo, p.3, 2000.

TEIXEIRA, Elder Sales; GRECA, Ileana Maria; FREIRE JR., Olival. The history and philosophy of science in physics teaching: a research synthesis of didactic interventions. **Science and Education**, Netherlands, 2009. DOI 10.1007/s11191-009-9217-3.

TEIXEIRA, Sonia Krapas; QUEIRÓZ, Glória Pessoa. O movimento de precessão na história e no estudante. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 171-180.

TOLEDO, Carlos; BRAGA, Marco. Física e Filosofia: Uma pesquisa exploratória das opiniões de alunos sobre a controvérsia realismo-antirrealismo. São Paulo, atas, **XX SNEF**, 2013.

VIDAL, Paulo Henrique Oliveira; PORTO, Paulo Alves. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

ZANETIC, João. Galileu Galileu onde que ocê se meteu? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 91-97, mar. 1980.

ZANETIC, João; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. A propósito do artigo de B. Hessen sobre o “Principia” de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 33-36, jun. 1984.

Bibliografia Consultada

BASTOS, Fernando. O Ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 5, n. 1, p. 55-72, 1998.

BERNARDES, Adriana Oliveira; SANTOS, Arleidimar Ramos dos. História da ciência no ensino fundamental e médio. **Física na Escola**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 11-15, 2009.

COELHO, Suzana Maria; NUNES, António Dias. Análise de um texto do século XVII, “A grande experiência de equilíbrio dos líquidos”, de Pascal: aspectos do método experimental e reflexões didáticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 24-28, 1992.

CUNHA, Altair Lorencetti; CALDAS, Helena. Modos de raciocínio baseados na teoria do impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 93-103, 2001.

FLEMING, Henrique. Enrico Fermi, gênio e simplicidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.18, n.4, p.274-280, 1996.

FURIÓ, C.; GUIASOLA, J.; ZUBIMENDI, J.L. Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la Interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos considerados elementales. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 165-188, 1998.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, Roberto; SILVA, Dirceu da. História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 7-59, 2010.

GATTI, Sandra Regina Teodoro; NARDI, Roberto; SILVA, Dirceu da. A história da ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 491-500, 2004.

GUERRA, Andreia; BRAGA, Marco; REIS, José Cláudio. Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 575-583, 2007.

GUERRA, Guerra; REIS, José Claudio; BRAGA, Marco. Um julgamento no ensino médio – uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque histórico-filosófico. **Física na Escola**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 8-11, 2002.

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

LIMA, Luís Gomes de. Estudo do MRU através de um livro de Galileu. **Física na Escola**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2012.

LONGHINI, Marcos Daniel; NARDI, Roberto. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 7-23, 2009.

MAGALHÃES, Murilo de Freitas; SANTOS, Wilma Machado Soares; DIAS, Penha Maria Cardozo. Uma proposta para ensinar os conceitos de campo elétrico e magnético. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 489-496, 2002.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Diálogos sobre o Tempo. **Física na Escola**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 12-16, 2005.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Ana Paula Bispo. Maupertuis, d'Arcy, d'Alembert e o princípio de ação mínima na óptica: uma análise crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 455-463, 2007.

MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 7-54, 2007.

MEDEIROS, Roberto Thut. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*: uma proposta didática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 45-54, 1987.

NEVES, Marcos Cesar Danhoni. O resgate de uma história para o ensino de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 215-224, 1992.

OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de. O Ensino de história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 1, p. 67-88, 2008.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; ZYLBERSZTAJN, Arden; MOREIRA, Marco Antonio. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação de força e movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 239-246, 1992.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Um texto de mecânica em nível universitário básico: conteúdo programático e receptividade à seu uso em sala de aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 21-45, 1998.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; BASSO, Andreza C. Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 545-557, 2005.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; CORDEIRO, Marinês Domingues. Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 3601, 2011.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro; TENFEN, Danielle Nicolodelli; CORDEIRO, Marinês Domingues. Aspectos da natureza da ciência em animações potencialmente significativas sobre a história da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. e, p. 758-786, 2012.

PRAXEDES, Gilmar; PEDUZZI, Luiz O.Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 3601, 2009.

QUINTAL, João Ricardo; GUERRA, Andréia. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Física na Escola**, São Paulo, v. 10, n. 1, p.21-25, 2009.

RIBEIRO JR., Luiz A.; CUNHA, Marcelo F.; LARANJEIRAS, Cassio C. 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**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 4602, 2012.

RINALDI, Enoque; GUERRA, Andreia. História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 3, p. 653-675, 2011.

SILVA, Luiz Cezar Mendes da; SANTOS, Wilma Machado Soares; DIAS, Penha Maria Cardoso. A carga específica do elétron: um enfoque histórico e experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1601, 2011.

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A “nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 313-327, 1996.

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

SILVA, Boniek Venceslau da Cruz; MARTINS, André Ferrer Pinto. Juri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **Física na Escola**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-20, 2009.

TEIXEIRA, Elder Sales; SILVA NETO, Climério Paulo da; FREIRE JR., Olival; GRECA, Ileana Maria. A construção de uma argumentação sobre a síntese newtoniana a partir de atividades em grupo. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 61-95, 2010.

TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JR., Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A Influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

Apêndice A - Trabalhos da RBEF

Apresentaremos aqui as tabelas com os dados utilizados em nossa pesquisa, ela é útil para a identificação e localização dos trabalhos que julgamos estarem relacionados a HFC e ao tema desta dissertação. A sequência segue a mesma empregada no capítulo 5: RBEF, CBEF, IENCI, C&E, FnE, SNEF, EPEF.

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
Poema para Galileu	GEDEÃO, A.	1979	v.1,n.1,p.61-63.
A Evolução do ensino de física no Brasil.	ALMEIDA JR., J. B.	1979	v.1,n.2,p.45-58.
A Evolução do ensino de física no Brasil. 2ª parte	ALMEIDA JR., J. B.	1980	v.2,n.1,p.55-73.
Galileu Galileu onde que ocê se meteu?	ZANETIC, J.	1980	v.2,n.1,p.91-97.
Do átomo-filosófico de Leucipo ao átomo-científico de Dalton	BASSALO, J. M. F.	1980	v.2,n.2,p.70-76.
As partículas constituintes do átomo	BASSALO, J. M. F.	1980	v.2, n.3, p.58-65.
Laser visto por um físico do século XVIII	CEOLIN, M. F.; RIPPER, J. E.	1980	v.2,n.4,p.3-7.
O confronto Lorentz-Einstein e suas interpretações: A revolução Einsteiniana	VILLANI, A.	1981	v.3, n.1, p.31-45.
O confronto Lorentz-Einstein e suas interpretações: A teoria de Lorentz e sua consistência	VILLANI, A.	1981	v.3, n.2, p.55-76.
As partículas constituintes do núcleo	BASSALO, J. M. F.	1981	v.3, n.2, p.86-102.
História da ciência no Brasil	N/C	1981	v.3, n.2, p.107-110.
O confronto Einstein-Lorentz e suas interpretações: A heurística de Einstein	VILLANI, A.	1981	v.3, n.3, p.23-41.
As partículas estranhas e as ressonâncias	BASSALO, J. M. F.	1981	v.3, n.3, p.42-55.

Os primeiros quarks	BASSALO, J. M. F.	1981	v.3, n.4, p.13-26.
O confronto Lorentz-Einstein e suas interpretações: uma interpretação sociológica	VILLANI, A.	1981	v.3, n.4, p.27-48.
A visão operacional dos conceitos e medidas físicas	MARTINS, R. A.	1982	v.4, n.1, p.57-84.
As mais recentes partículas: gluons, charmonia, bottomonium, toponium e tau	BASSALO, J. M. F.	1982	v.4, n.1, p.85-109.
Bomba de nêutrons: o apocalipse em confetes	VITALE, B.	1982	v.4, n.1, p.151-170.
Os meios de investigação experimental	BASSALO, J. M. F.	1983	v.5, n.1, p.29-44.
Uma nova visão da história da mecânica	CUNHA, E. B. M.	1983	v.5, n.1, p.45-70.
P. A. M. Dirac completa 80 anos	MASS, B. J.	1983	v.5, n.1, p.89-93.
Newton	KEYNES, J. M.	1983	v.5, n.2, p.43-52.
Teoria atômica grega	ALMEIDA, E. S.	1983	v.5, n.2, p.53-59.
Pensando a Física	KULESZA, W.	1984	v.6, n.1, p.30-31.
A propósito do artigo de B. Hessen sobre o “Principia” de Newton	ZANETIC, J.; KAWAMURA, M. R. D.	1984	v.6, n.1, p.33-36.
As raízes sociais e econômicas do “Principia” de Newton	HESSSEN, B.	1984	v.6, n.1, p.37-55.
Os elementos apriorísticos dos processos de medição	MARTINS, R. A.	1984	v.6, n.2, p.35-52.
Gênese a Júpiter	MASON, P.	1984	v.6, n.2, p.59-75.
A visão eletromagnética e a relatividade: A Gênese das teorias de Lorentz e Einstein.	VILLANI, A.	1985	v.7, n.1, p.51-72.
A visão eletromagnética e a relatividade: O desenvolvimento das teorias de Lorentz e Einstein.	VILLANI, A.	1985	v.7, n.2, p.37-73.

Philosophiae Naturalis Principia Mathematica: uma proposta didática	MEDEIROS, R. T.	1987	v.9, n.1, p.45-54.
“Theorica verdadeira das marés” (1737): o primeiro texto newtoniano em português	MOREIRA, I. C.; NASCIMENTO, C. A.; OLIVEIRA, L. R.	1987	v.9, n.1, p.55-66.
Teoria da gravitação: vicissitudes dos “Principia Mathematica”	MORENO, M. Q.	1988	v.10, n.1, p.99-115.
Alguns aspectos históricos do efeito Compton	BARRANCO, A. V.	1988	v.10, n.1, p.116-129.
A evolução da física e a sua relação com o arcabouço conceitual do intelecto ocidental	MONTEIRO, M. A.	1990	v.12, n.1, p.159-191.
Comentários sobre o artigo “A evolução da física e a sua relação com o arcabouço conceitual do intelecto ocidental”	SILVEIRA, F. L.	1990	v.12, n.1, p.192-198.
A crônica do calor: termometria	BASSALO, J. M. F.	1991	v.13, n.1, p.135-161.
Análise de um texto do século XVII, “A grande experiência de equilíbrio dos líquidos”, de Pascal: aspectos do método experimental e reflexões didáticas.	COELHO, S. M.; NUNES, A. D.	1992	v.14, n.1, p.24-28.
A crônica do calor: calorimetria	BASSALO, J. M. F.	1992	v.14, n.1, p.29-38.
Força e movimento na ciência curricular	PEDUZZI, L. O. Q.	1992	v.14, n.2, p.87-93.

As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa sequencia de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação de força e movimento.	PEDUZZI, L. O. Q.; ZYLBERSZTAJN, A.; MOREIRA, M. A.	1992	v.14, n.4, p.239-246.
Epistemología e historia de la física em la formacion de los profesores de física	SANDOVAL, J. S.; CUDMANI, L. C.	1993	v.15, n.1-4, p.100-109.
O conceito de massa: introdução histórica	VALADARES, J. A.	1993	v.15, n.1-4, p.110-117.
O conceito de massa: Análise do conceito	VALADARES, J. A.	1993	v.15, n.1-4, p.118-126.
A crônica da física do estado sólido: do tudo de Geissler às válvulas a vácuo	BASSALO, J. M. F.	1993	v.15, n.1-4, p.127-138.
A crônica da física do estado sólido: teoria dos metais	BASSALO, J. M. F.	1993	v.15, n.1-4, p.139-152.
O experimento da dupla fenda como exemplo de incognoscibilidade?	BASTOS FILHO, J. B.; SIQUEIRA, A. F.	1993	v.15, n.1-4, p.153-162.
Esboço da evolução histórica do princípio de relatividade	CINDRA, J. L.	1994	v.16, n.1-4, p.26-32.
Existem ondas vazias?	BASTOS FILHO, J. B.	1994	v.16, n.1-4, p.33-47.
A crônica da física do estado sólido: teoria de bandas	BASSALO, J. M. F.	1994	v.16, n.1-4, p.63-75.
A crônica da física do estado sólido: magnetismo	BASSALO, J. M. F.	1994	v.16, n.1-4, p.76-97.
A participação de Fletcher no experimento da gota de óleo de Millikan	SANTOS, C. A.	1995	v.17, n.1, p.107-116.
O calendário Gregoriano	TARSIA, R. D.	1995	v.17, n.1, p.50-54.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1995	v.17, n.1, p.38-49.

O ensino da física no Belém do Pará	BASSALO, J. M. F.	1995	v.17, n.2, p.152-158.
Cem anos da descoberta dos raios-x: caracterização estrutural de sólidos	SAITOVITCH, H.	1995	v.17, n.3, p. 203-208.
A interação eletrofraca e a bioquímica quiral	BASSALO, J. M. F.; CATTANI, M. S. D.	1995	v.17, n.3, p.224-232.
A unificação de Newton da física de Galileu com a astronomia de Kepler à luz da crítica Popperiana à indução	BASTOS FILHO, J. B.	1995	v.17, n.3, p.233-242.
Nascimentos da física: idade renascentista	BASSALO, J. M. F.	1995	v.17, n.4, p.284-295.
Enrico Predazzi: 25 Anos Colaborando com o Brasil	HICKMAN, I. A. B.; CARUSO NETO, F.	1996	v.18, n.1, p.24-29.
Sobre a Lei de Rayleigh-Jeans	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.1, p.30-32.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.1, p.33-41.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.2, p.95-102.
A Crônica do Cálculo: Antes de Newton e Leibniz	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.2, p.103-112.
Pronósticos Heurísticos Filosóficos para la Física Cuántica	CABALLERO, J. R. D.	1996	v.18, n.2, p.113-121.
O Movimento de Precessão na História e no Estudante	TEIXEIRA, S. K.; QUEIRÓZ, G. P.	1996	v.18, n.3, p.171-180.
A Crônica do Calculo: A Época de Newton e Leibniz	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.3, p.181-190.
Enrico Fermi, Gênio e Simplicidade	FLEMING, H.	1996	v.18, n.4, p.274-280.
A “nova teoria sobre luz e cores” de Isaac Newton: uma tradução comentada	SILVA, C. C.; MAR- TINS, R. A.	1996	v.18, n.4, p.313-327.
A Crônica do Calculo: contemporâneos de Newton e Leibniz	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.4, p.328-336.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1996	v.18, n.4, p.337-354.

A Divisibilidade da Matéria e a Necessidade da Mecânica Quântica	SILVA, E. A. A.	1997	v.19, n.1, p.1-3.
Aspectos Históricos das Bases Conceituais das Relatividades	BASSALO, J. M. F.	1997	v.19, n.2, p.180-188.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1997	v.19, n.2, p.266-276.
Resenha do Livro “Do Átomo Grego a Física das Interações Fundamentais” Editado por F. Caruso e A. Santoro	BASTOS FILHO, J. B.	1997	v.19, n.2, p.277-281.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1997	v.19, n.3, p.330-346.
A Crônica do Cálculo: Após Newton e Leibniz - Século XVIII	BASSALO, J. M. F.	1997	v.19, n.4, p.400-422.
A Crônica do Cálculo: Va. Após Newton e Leibniz – Século XIX	BASSALO, J. M. F.	1997	v.19, n.4, p.423-435.
A Crônica do Cálculo: Vb. Após Newton e Leibniz – Século XIX	BASSALO, J. M. F.	1998	v.20, n.1, p.48-55.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1998	v.20, n.1, p.56-74.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1998	v.20, n.2, p.140-146.
Processo e Transformação: para além da Ciência	CARUSO, F.	1998	v.20, n.3, p.251-258.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1998	v.20, n.4, p.363-372.
A Descoberta dos Raios X: O Primeiro Comunicado de Röntgen	MARTINS, R. A.	1998	v.20, n.4, p.373-391.
A Fundamentação Empírica das Leis Dinâmicas de Newton	CHIBENI, S. S.	1999	v.21, n.1, p.1-13.
A filosofia natural à época de Newton	BARBATTI, M.	1999	v.21, n.1, p.153-161.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1999	v.21, n.1, p.162-171.
Maupertuis (1698-1759) e o Princípio da Mínima Ação	MOREIRA, I. C.	1999	v.21, n.1, p.172-186.

A Evolução do Pensamento sobre o Conceito de Movimento	BAPTISTA, J. P.; FERRACIOLI, L.	1999	v.21, n.1, p.187-194.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1999	v.21, n.2, p.298-303.
Nascimentos da física	BASSALO, J. M. F.	1999	v.21, n.2, p.304-310.
A Fundamentação Clássica de Alfred Landé para a Mecânica Quântica	MOKROSS, B. J.	1999	v.21, n.3, p.380-388.
O Efeito Casimir	PINTO, M. V. C.; FARINA, C.; TORT, A.	2000	v.22, n.1, p.122-132.
Lembranças de um Físico no Rio de Janeiro (1933-1947)	GROSS, B.	2000	v.22, n.2, p.266-271.
A Construção do Princípio de Inercia e do Conceito de Inercia Material	BAPTISTA, J. P.; FERRACIOLI, L.	2000	v.22, n.2, p.272-280.
Interação do Campo Magnético da Terra com os Seres Vivos: História da sua Descoberta	BARROS, H. G. P. L.; ESQUIVEL, D. M. S.	2000	v.22, n.3, p.312-316.
Há 50 Anos: O Efeito Costa Ribeiro	FERREIRA, G. F. L.	2000	v.22, n.3, p.434-443.
A invenção do conceito de Quantum de energia segundo Planck	STUDART FILHO, N.	2000	v.22, n.4, p.523-535.
Uma investigação sobre a natureza do movimento ou sobre uma história para a noção do conceito de Força	NEVES, M. C. D.	2000	v.22, n.4, p.543-556.
A terra e sua posição no universo: formas, dimensões e modelos orbitais	NEVES, M. C. D.	2000	v.22, n.4, p.557-567.
$E = mc^2$: Origem e Significado	LEMOS, N. A.	2001	v.23, n.1, p.3-9.
Modos de raciocínio baseados na teoria do impetus: um estudo com estudantes e professores do ensino fundamental e médio	CUNHA, A. L.; CALDAS, H.	2001	v.23, n.1, p.93-103.

Como não escrever sobre história da física – um manifesto historiográfico	MARTINS, R. A.	2001	v.23, n.1, p.113-129.
Os grandes números	BAPTISTA, J. P.; FERRACIOLI, L.	2001	v.23, n.1, p.130-140.
A (Im)pertinência da História ao Aprendizado da Física (Um estudo de Caso)	DIAS, P. M. C.	2001	v. 23, n.2, p. 226-235.
O mito dos cientistas e suas controvérsias	MOURA, R.; CA- NALLE, J. B. G.	2001	v.23, n.2, p.238-251.
Notas para uma história da Sociedade Brasileira de Física	SALINAS, S. R. A.	2001	v.23, n.3, p.351-355.
O último trabalho de Mário Schenberg	FLEMING, H.	2001	v.23, n.4, p.471-473.
As origens históricas do eletroscópio	MEDEIROS, A.	2002	v.24, n.3, p.353-361.
Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético	MAGALHÃES, M. F.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C.	2002	v.24, n.4, p.489-496.
A Função do Movimento Rotacional nas Teorias dos Pré-Socráticos	BAPTISTA, J. P.	2003	v. 25, n.1, p. 116-121.
A Contribuição Francesa ao Ensino e à Pesquisa em Geofísica no Estado da Bahia	RIBEIRO FILHO, A.; VASCONCELOS, D. S.; FREIRE JR.; O.	2003	v. 25, n.2, p. 218-225.
Tradução de uma obra de Gauss	ASSIS, A. K. T.	2003	v. 25, n.2, p. 226-249.
Introdução à mecânica dos “Quanta” Parte I	RAMOS, T. A.	2003	v.25, n.3, p. 326-332.
Desvendando o Mistério do Duplo Cone	MEDEIROS, A.; ME- DEIROS, C. F.	2003	v.25, n.3, p. 333-339.
Introdução à mecânica dos “Quanta” Parte II	RAMOS, T. A.	2003	v.25, n.4, p. 418-425.
Wheeler, Tiomno e a Física Brasileira	BASSALO, J. M. F.; FREIRE JR., O.	2003	v.25, n.4, p.426-437.
Introdução à mecânica dos quanta Parte III	RAMOS, T.	2004	v. 26, n.1, p. 71-74.

Introdução à mecânica dos quanta Parte IV	RAMOS, T.	2004	v. 26, n.1, p.75-78.
Amoroso Costa e o primeiro livro brasileiro sobre a Relatividade Geral	EISENSTAEDT, J.; FABRIS, J. C.	2004	v.26, n.2, p.185-192.
Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre a ação à distância	TORT, A. C.; CUNHA, A. M.; ASSIS, A. K. T.	2004	v.26, n.3, p.273-282.
A Gravitação Universal	DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M.	2004	v.26, n.3, p.257-271.
A dinâmica relativística antes de Einstein	MARTINS, R. A.	2005	v.27, n.1, p.11-26.
A física clássica de cabeça para baixo: Como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial	RENN, J.	2005	v.27, n.1, p.27-36.
Relendo Einstein sobre radiação	KLEPPNER, D.	2005	v.27, n.1, p.87-91.
Certezas e incertezas sobre as relações de Heisenberg	CHIBENI, S. S.	2005	v.27, n.2, p.181-192.
Einstein e a teoria do movimento browniano	SALINAS, S. R. A.	2005	v.27, n.2, p.263-269.
Bose e Einstein: Do nascimento da estatística quântica à condensação sem interação I	DAHMEN, S. R.	2005	v.27, n.2, p.271-282.
Bose e Einstein: Do nascimento da estatística quântica à condensação sem interação II	DAHMEN, S. R.	2005	v.27, n.2, p.283-298.
Mario Schönberg e a introdução do espaço de Fock na física estatística clássica	MUZY, P. T.; SALINAS, S. R.; SANTANA, A. E.; TOMÉ, T.	2005	v.27, n.3, p.447-462.
A lei de Planck e a hipótese dos quanta de luz	BOSE, S.	2005	v.27, n.3, p.463-465.
Reminiscências de César Lattes	MARQUES, A.	2005	v.27, n.3, p.467-482.

Para o ensino do átomo de Bohr no nível médio	PEDUZZI, L. O. Q.; BASSO, A. C.	2005	v.27, n.4, p.545-557.
A termometria nos séculos XIX e XX	PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B.	2006	v.28, n.1, p.101-114.
Einstein e a Filosofia	DAHMEN, S. R.	2006	v. 28, n. 1, p. 3-7.
$F = ma$?!! O nascimento da lei dinâmica	DIAS, P. M. C.	2006	v. 28, n. 2, p. 205-234.
Ludwig Boltzmann e a arte de voar	DAHMEN, S. R.	2006	v. 28, n. 3, p. 319-325.
Boltzmann, física teórica e representação	VIDEIRA, A. A. P.	2006	v. 28, n. 3, p. 269-280.
A obra de Boltzmann em Física	DAHMEN, S. R.	2006	v. 28, n. 3, p. 281-295.
Os princípios fundamentais ao longo da História da Física	BAPTISTA, J. P.	2006	v. 28, n. 4, p. 541-553.
Gödel e Einstein: E quando o tempo não resiste à amizade?	DAHMEN, S. R.	2006	v. 28, n. 4, p. 531-539.
Os trabalhos de Gödel e as denominadas ciências exatas. Em homenagem ao centenário do nascimento de Kurt Gödel	D'ALKAINÉ, C. V.	2006	v. 28, n. 4, p. 525-530.
A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos	SILVA, F. W. O.	2007	v. 29, n. 1, p. 149-159.
“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.; OS- TERMANN, F.	2007	v. 29, n. 1, p. 127-134.
A física dos quarks e a epistemologia	MOREIRA, M. A.	2007	v. 29, n. 2, p. 161-173.
Revolucionário e ainda assim desconhecido!	SCHUSTER, P. M.	2007	v. 29, n. 3, p. 465-470.

Maupertuis, d'Arcy, d'Alembert e o princípio de ação mínima na óptica: uma análise crítica	MARTINS, R. A.; SILVA, A. P. B.	2007	v. 29, n. 3, p. 455-463.
Os conceitos de eletricidade vítrea e eletricidade resinosa segundo Du Fay	BOSS, S. L. B.; CALUZZI, J. J.	2007	v. 29, n. 4, p. 635-644.
Maupertuis, d'Arcy, d'Alembert e o princípio de ação mínima na óptica: uma análise crítica	MARTINS, R. A.; SILVA, A. P. B.	2007	v. 29, n. 4, p. 625-633.
A hipótese heliocêntrica na Antiguidade	PILLING, D. P. A.; DIAS, P. M. C.	2007	v. 29, n. 4, p. 613-623.
Demonstração didática da interação entre correntes elétricas	SOUZA FILHO, M. P.; CHAIB, J. P. M. C.; CALUZZI, J. J.; ASSIS, A. K. T.	2007	v. 29, n. 4, p. 605-612.
Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem	GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C.	2007	v. 29, n. 4, p. 575-583.
Qual a influência dos PC-NEM sobre o uso da abordagem histórica nas aulas de física?	PENA, F. L. A.	2007	v. 29, n. 4, p. 517-518.
Sir William Thomsom e a instalação do cabo telegráfico submarino entre Pernambuco e o Pará	BASSALO, J. M. F.; CRISPINO, L. C. B.	2007	v. 29, n. 4, p. 513-516.
Duas nuvens ainda fazem sombra na reputação de Lorde Kelvin	SCHULZ, P. A.	2007	v. 29, n. 4, p. 509-512.
La historia del concepto de fuerza electromotriz em circuitos electricos y la eleccion de indicadores de aprendizaje comprensivo	GUISASOLA, J.; MONTERO, A.; FERNANDEZ, M.	2008	v. 30, n. 1, p. 1604.

Uma visão do espaço na mecânica newtoniana e na teoria da relatividade de Einstein	PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M.	2008	v. 30, n. 1, p. 1603.
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	v. 30, n. 1, p. 1602.
A construção de uma teoria de ensembles: antecedentes em Maxwell e Boltzmann	LARANJEIRAS, C. C.; CHIAPPIN, J. R. N.	2008	v. 30, n. 1, p. 1601.
Ilya Prigogine: uma contribuição à filosofia da ciência	MASSONI, N. T.	2008	v. 30, n. 2, p. 2308.
La unificación de luz, electricidad y magnetismo: 1ª “síntesis electromagnética” de Maxwell	BELÉNDEZ, A.	2008	v. 30, n. 2, p. 2601.
Um esboço da história do conceito de trabalho virtual e suas aplicações	CINDRA, J. L.	2008	v. 30, n. 3, p. 3601.
A física nas séries iniciais (2ª a 5ª) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando à qualificação de professores	DAMASIO, F.; STEDFFANI, M. H.	2008	v. 30, n. 4, p. 4503.
A evolução do pensamento cosmológico e o nascimento da ciência moderna	PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M.	2008	v. 30, n. 4, p. 4601.
Sobre as experiências relativas à imantação do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica: uma tradução comentada do artigo escrito por François Arago	SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J.	2009	v. 31, n. 1, p. 1603.
Holografia: ciência, arte y tecnología	BELÉNDEZ, A.	2009	v. 31, n. 1, p. 1602.

A teoria da luz de Newton nos textos de Young	SILVA, F. W. O.	2009	v. 31, n. 1, p. 1601.
O conceito de “campo” em sala de aula - uma abordagem histórico-conceitual	ROCHA, J. F. M.	2009	v. 31, n. 1, p. 1604.
A telegrafia eléctrica nas páginas de “O Instituto”, revista da Academia de Coimbra	LEONARDO, A. J. F.; MARTINS, D. R.; FIOLEAIS, C.	2009	v. 31, n. 2, p. 2601.
Dois problemas práticos de Eletricidade Vitoriana e sua discussão no ensino secundário e universitário	TORT, A. C.	2009	v. 31, n. 2, p. 2304.
Fenômenos críticos: 150 anos desde Cagniard de la Tour	BERCHE, B.; HENKEL, M.; KENNA, R.	2009	v. 31, n. 2, p. 2602.
Bartolomeu Lourenço de Gusmão: o primeiro cientista brasileiro	VISONI, R. M.; CANALLE, J. B. G.	2009	v. 31, n. 3, p. 3604.
Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica	PASSOS, J. C.	2009	v. 31, n. 3, p. 3603.
Fabricantes de instrumentos científicos numa pequena cidade italiana	GANCI, S.	2009	v. 31, n. 3, p. 3602.
Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula	PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q.	2009	v. 31, n. 3, p. 3601.
Como Santos Dumont inventou o avião	VISONI, R. M.; CANALLE, J. B. G.	2009	v. 31, n. 3, p. 3605.
Galileu, Descartes e a elaboração do princípio da inércia	PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M.	2009	v. 31, n. 4, p. 4601.
A física de Aristóteles: uma construção ingênua?	PORTO, C. M.	2009	v. 31, n. 4, p. 4602.
Eugène Bourdon y la evolución del manómetro	ACHERMAN, S. R.; MARTINEZ, F. M.	2010	v. 32, n. 1, p. 1601.

Uma breve biografia de Stephen Gray (1666-1736)	BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J.	2010	v. 32, n. 1, p. 1602.
O sistema de navegação aérea de Júlio César Ribeiro de Souza	VISONI, R. M.; CANNALLE, J. B. G.	2010	v. 32, n. 2, p. 2601.
E assim se fez o quantum.	FELDENS, B.; DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.	2010	v. 32, n. 2, p. 2602.
Contribuição do físico brasileiro Sergio Porto para as aplicações do laser e sua introdução no Brasil	SANTANA, W. A. L.; FREIRE JR., O.	2010	v. 32, n. 3, p. 3601.
A história da legislação dos cursos de Licenciatura em Física no Brasil: do colonial presencial ao digital à distância	ARAÚJO, R. S.; VIANNA, D. M.	2010	v. 32, n. 4, p. 4403.
A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)	MACÊDO, M. A. R.	2010	v. 32, n. 4, p. 4307.
A carga específica do elétron. Um enfoque histórico e experimental	SILVA, L. C. M.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C.	2011	v. 33, n. 1, p. 1601.
Esferas de Aristóteles, círculos de Ptolomeu e instrumentalismo de Duhem	PEREIRA, H. A. B.	2011	v. 33, n. 2, p. 2602.
O experimento de Stern-Gerlach e o spin do elétron: um exemplo de quasihistoria	GOMES, G. G.; PIETROCOLA, M.	2011	v. 33, n. 2, p. 2604.
O papel das emulsões nucleares na institucionalização da pesquisa em física experimental no Brasil	VIEIRA, C. L.; VIEDIRA, A. A. P.	2011	v. 33, n. 1, p. 2603.

Liquefação de gases e a descoberta da supercondutividade: dois feitos científicos na física de baixas temperaturas intimamente relacionados	ACHERMAN, S. R.	2011	v. 33, n. 2, p. 2601.
O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as orbitas elípticas	DAMASIO, F.	2011	v. 33, n. 3, p. 3602.
Aspectos da natureza da ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade	CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q.	2011	v. 33, n. 3, p. 3601.
Estudos sobre a dependência com a temperatura da condutividade elétrica de metais no século XIX: um capítulo menos-prezado na história da supercondutividade	ACHERMAN, S. R.	2011	v. 33, n. 4, p. 4602.
Astronomia islâmica entre Ptolomeu e Copérnico: Tradição Maraghah	PEREIRA, H. A. B.	2011	v. 33, n. 4, p. 4603.
O modelo do grande elétron: o background clássico do efeito Compton	SILVA, I.; FREIRE JR., O.; SILVA, A. P. B.	2011	v. 33, n. 4, p. 4601.
Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: a construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein	GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.	2011	v. 33, n. 1, p. 1602.
Sobre a presença do Projeto Harvard no sistema educacional brasileiro	PENA, F. L. A.	2012	v. 34, n. 1, p. 1701.

Supercondutividade: um século de desafios e superação	COSTA, M. B. S.; PAVÃO, A. C.	2012	v. 34, n. 2, p. 2602.
O período de desenvolvimento da física newtoniana como contraponto às concepções e opiniões problemáticas a respeito do fazer e do conhecimento científico	SILVA, D. A.; PEDUZZI, L. O. Q.	2012	v. 34, n. 2, p. 2603.
Transformada de Laplace: uma obra de engenharia	TONIDANDEL, D. A. V.; ARAUJO, A. E. A.	2012	v. 34, n. 2, p. 2601.
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	v. 34, n. 4, p. 4602.
Assim na Terra como no céu: a teoria do dínamo como uma ponte entre o geomagnetismo e o magnetismo estelar	NELSON, O. R.; MEDeiros, J. R.	2012	v. 34, n. 4, p. 4601.
A densidade e a evolução do densímetro	OLIVEIRA, B. M.; MELO FILHO, J. M.; AFONSO, J. C.	2013	v. 35, n. 1, p. 1601.
A dinâmica na geometria (o cálculo da força centrífuga feito por Huygens)	DIAS, P. M. C.	2013	v. 35, n. 1, p. 1602.
Revedo o debate sobre a idade da Terra	TORT, A. C.; NOGAIROL, F.	2013	v. 35, n. 1, p. 1603.
Argemiro e a lâmpada das Alagoas: uma experiência na <i>Belle Époque</i>	SOUZA, A. L.; MARTINS, M. G.; QUAGLINO, M. A.; HAZAN, S. S.; FILHO, A. P. F.	2013	v. 35, n. 1, p. 1604.

Princípios da Óptica geométrica e suas exceções: Heron e a reflexão em espelhos	MARTINS, R. A.; SILVA, A. P. B.	2013	v. 35, n. 1, p. 1605.
Como Augusto Severo eliminou a tangagem	VISONI, R. M.	2013	v. 35, n. 1, p. 1606.
O Síncrotrón do CNPq: da concepção ao abandono	SANTOS, C. A.	2013	v. 35, n. 1, p. 1607.
Herch Moysés Nussenzveig e a ótica quântica: consolidando disciplinas através de escolas de verão e livros-texto	NETO, C. P. S.; FREIRE JR., O.	2013	v. 35, n. 2, p. 2601
Luiz Freire: Semeador de vocações científicas	VIDEIRA, A. A. P.; VIEIRA, C. L.	2013	v. 35, n. 2, p. 2602
A descoberta dos raios cósmicos ou o problema da ionização do ar atmosférico	BUSTAMANTE, M. C.	2013	v. 35, n. 2, p. 2603
Max Planck e os enunciados da segunda lei da termodinâmica	NÓBREGA, M. L.; FREIRE JR., O.; PINHO, S. T. R.	2013	v. 35, n. 3, p. 3601
Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade	CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q.	2013	v. 35, n. 3, p. 3602
As contribuições de John Clauser para o primeiro teste experimental do teorema de Bell	BISPO, W. F. O.; DAVID, D. F. G.; FREIRE JR., O.	2013	v. 35, n. 3, p. 3603
Função de Wigner-80 anos e as origens da geometria não-comutativa	AMORIM, R. G. G.; FERNANDES, M. C. B.; QUEIROZ, A. R.; SANTANA, A. E.; VIANA, J. D. M.	2013	v. 35, n. 3, p. 3604
O atomismo grego e a formação do pensamento físico moderno	PORTO, C. M.	2013	v. 35, n. 4, p. 4601

Tabela 17: Trabalhos de HFC presentes na RBEF de 1979 a 2013

Apêndice B - Trabalhos do CBEF

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
O conceito de Força no Pensamento Grego	CRUZ, F. F. S.	1985	v.2, n.1, p.16-24
O Plano Inclinado: Um Problema Desde Galileu	BRITO, A. A. S.	1985	v.2, n2, p.57-63
O conceito de Força na Idade Média	CRUZ, F. F. S.	1985	v.2, n.2, p.64-73
A Crônica da Óptica Clássica	BASSALO, J. M. F.	1987	v.4, n.3, p.140-150
Fresnel: O Formulador Matemático da Teoria Ondulatória da Luz	BASSALO, J. M. F.	1988	v.5, n.2, p.79-87
O Cinza, o Branco e o Preto – Relevância da História da Ciência no Ensino da Física	ROBILOTTA, M. R.	1988	v.5, n.e, p.7-22
Dos “Principia” da mecânica aos “Principia” de Newton	ZANETIC, J.	1988	v.5, n.e, p.23-35
Galileu – Um cientista e várias Versões	ZYLBERSZTAJN, A.	1988	v.5, n.e, p.36-48
Contribuição do conhecimento histórico ao ensino do eletromagnetismo	MARTINS, R. A.	1988	v.5, n.e, p.49-57
A Metodologia de J. C. Maxwell e o Desenvolvimento da teoria eletromagnética	ABRANTES, P. C. C.	1988	v.5, n.e, p.58-75
Mesa Redonda: Influência da História da Ciência no ensino de Física	CRUZ, F. F. S.	1988	v.5, n.e, p.76-92
A Crônica Da Ótica Clássica (Parte III: 1801-1905)	BASSALO, J. M. F.	1989	v.6, n.1, p.37-58
A Objetividade Científica Como Problema Filosófico	CUPANI, A.	1989	v.6, n.e, p.18-29

A Descoberta Do Telescópio: Fruto De Um Raciocínio Dedutivo?	ÉVORA, F. R. R.	1989	v.6, n.e, p.30-48
Ciência e Sociedade No Século XVII Europeu: A Formação Da Cosmologia Moderna	GOLDFARB, A. M. A.	1989	v.6, n.e, p.49-55
A Relação Massa-Energia e Energia Potencial	MARTINS, R. A.	1989	v.6, n.e, p.56-80
Experiências Curriculares Com História e Filosofia da Física	PRADO, F. D.	1989	v.6, n.e, p.9-17
A revolução do metro	CenDoTeC	1990	v.7, n.1, p.50-63
A crônica da gravitação. Parte II: da Grécia antiga à idade média	BASSALO, J. M. F.	1990	v.7 n.3, p.1-13
Como Becquerel não descobriu a radioatividade	MARTINS, R. A.	1990	v.7 n.e, p.27-45
A gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo: subsídios para a construção do ensino desse conceito	NARDI, R.	1990	v.7, n.e, p.46-70
A crônica da gravitação. Parte i: das primeiras civilizações à Grécia antiga	BASSALO, J. M. F.	1990	v.7, n.e, p.70-81
A terra e o homem no universo	LIVI, S. H. B.	1990	v.7, n.e, p.7-27
Sobre as desigualdades de Bell	FREIRE JR., O.	1991	v.8, n.3, p.212-226
O resgate de uma história para o ensino de física	NEVES, M. C. D.	1992	v.9, n.3, p.215-224
A avaliação de Wilkins sobre o suposto conflito entre as mecânicas de Aristóteles e Arquimedes	GOLDFARB, A. M. A.	1993	v.10, n.1, p.38-52
Metáforas na física	ARRUDA, S. M.	1993	v.10, n.1, p.25-37
Galileu e a rotação da Terra	MARTINS, R. A.	1994	v.11, n.3, p.196-211

História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação.	MATTHEWS, M. R.	1995	v.12, n.3, p.164-214
Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica?	PEDUZZI, L. O. Q.	1996	v.13, n.1, p.48-63
Conant e a assimilação da ciência à cultura geral.	ANDRADE, N. L.	1996	v.13, n.1, p.64-70
Sobre as origens da relatividade especial: relações entre quanta e relatividade em 1905	ARRUDA, S. M.	1996	v.13, n.1, p.32-47
Filosofia da ciência, história da ciência e psicanálise: analogias para o ensino de ciências	VILLANI, A.; BAROLLI, E.; CABRAL, T. C. B.; FAGUNDES, M. B.; YAMAZAKI, S. C.	1997	v.14, n.1, p.37-55
El espacio vacío y sus implicaciones en la historia de la ciencia	PORTOLÈS, J. J. S.; CABO, M. M.	1997	v.14, n.2, p.194-208
A interdisciplinaridade no ensino das ciências a partir de uma perspectiva histórico-filosófica	GUERRA, A.; FREITAS, J.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	1998	v.15, n.1, p.32-46
Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 1 - Física clássica	MARTINS, R. A.	1998	v.15, n.3, p.243-264
Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2 - física moderna	MARTINS, R. A.	1998	v.15, n.3, p.265-300
A ciência galileana: uma ilustre desconhecida	TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.	1999	v.16, n.1, p.35-42
A origem da inércia	GARDELLI, D.	1999	v.16, n.1, p.43-53
Concepções de progresso científico em Conant e Kuhn	ANDRADE, N. L.	2000	v.17, n.1, p.67-80
Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos	MARTINS, R. A.	2000	v.17, n.2, p.115-121

A polêmica entre Leibniz e os cartesianos: MV ou MV^2	PONCZEK, R. L.	2000	v.17, n.3, p.336-347
Metodologia e política em ciência: o destino da proposta de Huygens de 1673 para adoção do pêndulo de segundos como um padrão internacional de comprimento e algumas sugestões educacionais	MATTHEWS, M.	2001	v.18, n.1, p.7-25
A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de física	MEDEIROS, A.; MONTEIRO, M. A.	2002	v.19, n.1, p.28-50
Origens históricas e considerações acerca do conceito de pressão atmosférica	LONGUINI, M. D.; NARDI, R.	2002	v.19, n.1, p.64-75
O tempo na mecânica: de coadjuvante a protagonista	MARTINS, A. F. P.; ZANETIC, J.	2002	v.19, n.2, p.149-175
A premissa metafísica copernicana da revolução	SILVEIRA, F. L.	2002	v.19, n.3, p.407-410
A idéia de causalidade na física clássica	PONCZEK, R. L.	2003	v.20, n.1, p.63-85
Entrevista com Leopoldo Infeld: uma história saída das sombras	MEDEIROS, A.; PORTO, R.	2003	v.20, n.2, p.237-256
Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio.	GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	2004	v.21, n.2, p.224-248
A teoria platônica da reminiscência poderia dirimir o conflito entre construtivismo e inatismo?	ARAÚJO, T. J. M.	2004	v.21, n.3, p.350-376
Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos	HÜLSENDEGER, M.	2004	v.21, n.3, p.377-391

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	v.22, n.1, p.36-70
O pensamento convergente, o pensamento divergente e a formação de professores de ciências e matemática	ARRUDA, S. M.; UENO, M. H.; GUIZELLINI, A.; PASSOS, M. M.; MARTINS, J. B.	2005	v.22, n.2, p.220-239
A revolução copernicana: considerações sobre duas questões do ENEM	ANDRADE, N. L.	2005	v.22, n.2, p.263-283
A evolução das idéias relacionadas aos Fenômenos Térmicos e Elétricos: Algumas similaridades	CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B.	2005	v.22, n.3, p.379-399
Três episódios de descoberta científica: da caricatura Empirista a uma outra história	SILVEIRA, F. L.; PEDUZZI, L. O. Q.	2006	v.23, n.1, p.26-52
História e filosofia da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho...	MARTINS, A. F. P.	2007	v.24, n.1, p.112-131
O desenvolvimento histórico da escala Fahrenheit e o imaginário de professores e de estudantes de física	MEDEIROS, A.	2007	v.24, n.2, p.155-173
Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin	SILVA, C. C.; PIMENTEL, A. C.	2008	v.25, n.1, p.141-159
Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor na sala de aula	SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E.; NARDI, R.	2008	v.25, n.3, p.383-396

O Papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de física	GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	2008	v.25, n.3, p.507-522
Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área	LONGHINI, M. D.; NARDI, R.	2009	v.26, n.1, p.7-23
O uso didático da história da ciência após a implantação dos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas publicados em periódicos nacionais especializados em ensino de física	PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A.	2009	v.26, n.1, p.48-65
Galileu e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo	PENEREIRO, J. C.	2009	v.26, n.1, p.173-198
Pode a física ser um bom árbitro para questões epistemológicas?	PONCZEK, R. L.	2009	v.26, n.2, p.295-313
Ciência e senso comum: entre rupturas e continuidades	GERMANO, M. G.; KULESZA, W. A.	2010	v.27, n.1, p.115-135
Os caminhos de Newton para a gravitação universal: uma revisão do debate historiográfico entre Cohen e Westfall	TEIXEIRA, E. S.; PEDUZZI, L. O. Q.; FREIRE JR., O.	2010	v.27, n.2, p.215-254
Algumas considerações de Galileu a respeito das teorias da semelhança física, Da resistência dos materiais e das flexões	PENEREIRO, J. C.	2010	v.27, n.2, p.288-312

As conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino	CORDEIRO, M. D.; PEDUZZI, L. O. Q.	2010	v.27, n.3, p.473-514
Tempo, Espaço e Simultaneidade: uma questão para os cientistas, artistas, engenheiros e matemáticos no século XIX	GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	2010	v.27, n.3, p.568-583
O tratado sobre a luz de Huygens: comentários	KRAPAS, S.; QUEIROZ, G. R. P. C.; UZÊDA, D.	2011	v.28, n.1, p.123-151
Pesquisas experimentais em eletricidade	FARADAY, M.	2011	v.28, n.1, p.152-204
O prêmio Nobel de física de 2010	BASSALO, J. M. F.	2011	v.28, n.1, p.205-213
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.	2011	v.28, n.1, p.229-258
Historiografia e natureza da ciência na sala de aula	FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A.	2011	v.28, n.1, p.27-59
Livros didáticos: Maxwell e a transposição didática da luz como onda eletromagnética	KRAPAS, S.	2011	v.28, n.3, p.564-600
Um talento não convencional: a genialidade multifacetada de Satyendra Nath Bose	FALCHI, L. C.	2011	v.28, n.3, p.601-623
História da ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino	RINALDI, E.; GUERRA, A.	2011	v.28, n.3, p.653-675

O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de Fresnel e as tentativas de Detecção do movimento da terra, antes dos experimentos de Michelson e Morley (1818-1880)	MARTINS, R. A.	2012	v.29, n.1, p.52-80
Análise de biografias de Einstein em dois livros de divulgação científica	URIAS, G.; ASSIS, A.	2012	v.29, n.2, p.207-228
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	v.29, n.e, p.758-786
A ascensão e queda da teoria do calórico	GOMES, L. C.	2012	v.29, n.3, p.1030-1073
Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino	ZANETIC, J.	2013	v.30, n.1, p.227-236
História da Ciência e Natureza da Ciência: debates e consensos	VILAS BOAS, A.; SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M.	2013	v. 30, n. 2: p.287-322
A Filosofia da Natureza dos Pré-socráticos	POLITO, A. M. M.; FILHO, O. L. S.	2013	v. 30, n. 2: p.323-361
Parâmetros para avaliar a produção literária em História e Filosofia da Ciência voltada para o ensino e divulgação das ideias da física	PENA, F. L. A.; TEIXEIRA, E. S.	2013	v. 30, n. 3, p.471-491
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	v. 30, n. 3, p.492-537

Tabela 18: Trabalhos de HFC presentes no CBEF de 1985 a 2013

Apêndice C - Trabalhos da IENCI

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
Um texto de mecânica em nível universitário básico: conteúdo programático e receptividade à seu uso em sala de aula	PEDUZZI, L. O. Q.	1998	v.3, n.1, p.21-45
Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la Interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos considerados elementales	FURIÓ, C.; GUI-SASOLA, J.; ZUBIMENDI, J.L.	1998	v.3, n.3, p.165-188
Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva Kuhniana	ARRUDA, S. M.; SILVA, M. R. S.; LABURÚ, C. E.	2001	v.6, n.1, p.97-106
Dos modelos históricos (história da geologia) aos modelos dos alunos. Um estudo exploratório sobre os modelos mentais, respeitantes à origem, ao armazenamento e à circulação das águas subterrâneas, realizado com alunos do 12º ano do ensino Secundário português	SILVA, M. M.; AMADOR, F.	2002	v.7, n.3, p.205-214
Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e Sua transformação por uma proposta explícita de ensino Sobre história e filosofia das ciências	EL-HANI, C. N.; TAVARES, E. J. M.; ROCHA, P. L. B.	2004	v.9, n.3, p.265-313

Contribuciones de la epistemología de Laudan para la Comprensión de concepciones epistemológicas sustentadas por estudiantes secundarios de física	GURIDI, V.; SALINAS, J.; VILLANI, A.	2006	v.11, n.1, p.97-117
O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física	MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A.	2007	v.12, n.1, p.7-54
A inserção de história e filosofia da ciência no currículo de licenciatura em física da universidade federal da Bahia: uma visão de professores universitários.	ROSA, K.; MARTINS, M. C.	2007	v.12, n.3, p.321-337
As concepções de ciência dos livros didáticos de química, dirigidos ao ensino médio, no tratamento da cinética química no período de 1929 a 2004	MARTORANO, S. A. A.; MARCONDES, M. E. R.	2009	v.14, n.3, p.341-355
História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores	GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D.	2010	v.15, n.1, p. 7-59
A Construção de uma Argumentação sobre a Síntese Newtoniana a Partir de Atividades em Grupos	TEIXEIRA, E. S.; NETO, C. P. S.; FREIRE JR., O.; GRECA, I. M.	2010	v.15, n.1, p. 61-95
O conhecimento biológico nos documentos curriculares nacionais do ensino médio: uma análise histórico-filosófica a partir dos estatutos da biologia	NASCIMENTO JR., A. F.; SOUZA, D. C.; CARNEIRO, M. C.	2011	v.16, n.2, p.223-243

Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin	LUCAS, L. B.; BASTISTA, I. L.	2011	v.16, n.2, p.245-273
Evolución de significados del concepto de gen en estudiantes de educación superior de la carrera docente de biología	TANCREDI, D. D.; CABALLERO, C.	2011	v.16, n.3, p.443-472
A contextualização no ensino de ciências: a voz de elaboradores de textos teóricos e metodológicos do exame nacional do ensino médio	FERNANDES, C. S.; MARQUES, C. A.	2012	v.17, n.2, p.509-527
Dear Mr. Charles Darwin... Dear Mr. Fritz Müller: da correspondência entre o evolucionista e o naturalista indícios para caracterizar a escrita na ciência e no ensino de ciências	TOMIO, D.; CASIANI, S.	2013	v.18, n.2, p.263-281

Tabela 19: Trabalhos de HFC presentes na IENCI de 1996 a 2013

Apêndice D - Trabalhos da C&E

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
A História Da Ciência No Ensino De Física	NEVES, M. C. D.	1998	v.5, n.1, p.73-81
O Ensino De Conteúdos De História E Filosofia Da Ciência	BASTOS, F.	1998	v.5, n.1, p.55-72
A Realidade Do Mundo Da Ciência: Um Desafio Para A História, A Filosofia E A Educação Científica	BARRA, E. S. O.	1998	v.5, n.1, p.15-26
Fragmentos Da Construção Histórica Do Pensamento Neo-Empirista	NASCIMENTO JR., A. F.	1998	v.5, n.1, p.37-54
O Escrito e o Oral: uma discussão inicial sobre os métodos da História	GARNICA, A. V. M.	1998	v.5, n.1, p.27-35
A História Da Ciência Iluminando O Ensino De Visão	BARROS, M. A.; CARVALHO, A. M. P.	1998	v.5, n.1, p.83-94
Fragmentos Do Pensamento Dialético Na História Da Construção Das Ciências Da Natureza	NASCIMENTO JR., A. F.	2000	v.6, n.2, p.119-139
Filosofia Da Ciência E Ensino De Ciência	VILLANI, A.	2001	v.7, n.2, p.169-181
Fragmentos Da Presença Do Pensamento Idealista	NASCIMENTO JR., A. F.	2001	v.7, n.2, p.265-285
Algunas Consideraciones Históricas, Epistemológicas Y Didácticas Para El Abordaje De La Teoría De La Relatividad Especial En El Nivel Medio Y Polimodal	ARRIASSECQ, I.; GRECA, I. M.	2002	v.8, n.1, p.55-69
Educação Científica E Atividade Grupal Na Perspectiva Sócio-Histórica	MARTINS, S. T. F.	2002	v.8, n.2, p.227-235

A Teoria Das Cores De Newton: Um Exemplo Do Uso Da História Da Ciência Em Sala De Aula	SILVA, C. C.; MARTINS, R. A.	2003	v.9, n.1, p.53-65
Fragmentos Da História Das Concepções De Mundo Na Construção Das Ciências Da Natureza: Das Certezas Medievais Às Dúvidas Pré-Modernas	NASCIMENTO JR., A. F.	2003	v.9, n.2, p.277-299
A História Da Ciência Na Prática De Professores Portugueses: Implicações Para A Formação De Professores De Ciências	DUARTE, M. C.	2004	v.10, n.3, p.317-331
Historicidade E Interdiscurso: Pensando A Educação Em Ciências Na Escola Básica	ALMEIDA, M. J. P. M.	2004	v.10, n.3, p.333-341
Da Educação Em Ciência Às Orientações Para O Ensino Das Ciências: Um Repensar Epistemológico	CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M.	2004	v.10, n.3, p.363-381
A “Crítica Forte” Da Ciência E Implicações Para A Educação Em Ciências	GRECA, I. M.; FREIRE JR., O.	2004	v.10, n.3, p.343-361
O Ensino De Teorias Físicas Mediante Uma Estrutura Histórico-Filosófica	BATISTA, I. L.	2004	v.10, n.3, p.461-476
História Da Ciência, Interdisciplinaridade E Ensino De Física: O Problema do Demônio de Maxwell	MATTOS, C.; HAMBURGER, A. I.	2004	v.10, n.3, p.477-490

A História Da Ciência Na Formação Do Professor De Física: Subsídios Para Um Curso Sobre O Tema Atração Gravitacional Visando Às Mudanças De Postura Na Ação Docente	GATTI, S. R. T.; NARDI, R.; SILVA, D.	2004	v.10, n.3, p.491-500
Michael Faraday: O Caminho Da Livraria À Descoberta Da Indução Eletromagnética	DIAS, V. S.; MARTINS, R. A.	2004	v.10, n.3, p.517-530
Hipóteses E Interpretação Experimental: A Conjectura De Poincaré E A Descoberta Da Hiperfosforescência Por Becquerel E Thompson	MARTINS, R. A.	2004	v.10, n.3, p.501-516
Leitura Crítica Da História: Reflexões Sobre A História Da Matemática	NOBRE, S.	2004	v.10, n.3, p.531-543
Pedro Nunes E O Problema Histórico Da Compreensão Da Medição Das Frações	MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F.; MONTEIRO JR., F. N.	2004	v.10, n.3, p.559-570
Historia Y Filosofía De Las Ciencias En La Educación Polimodal: Propuesta Para Su Incorporación Al Aula	GURIDI, V.; ARRILAS, I.	2004	v.10, n.3, p.307-316
Indicadores Da Presença De Conteúdos De História E Filosofia Da Ciência Em Livro De Texto De Geologia Introdutória	GONÇALVES, P. W.	2005	v.11, n.1, p.41-52
O Museu De Ciência: Espaço Da História Da Ciência	VALENTE, M. E. A.	2005	v.11, n.1, p.53-62
História E Filosofia Das Ciências No Ensino De Biologia	CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L.	2005	v.11, n.1, p.33-39

História Da Ciência: Objetos, Métodos E Problemas	MARTINS, L. A. P.	2005	v.11, n.2, p.305-317
Questões De Interesse Na História Do Pensamento Cartesiano Para A Educação Matemática Contemporânea	SILVA, A.; GURGEL, C. M. A.	2005	v.11, n.3, p.513-522
Contribuições Da Epistemologia Bachelardiana No Estudo Da História Da Óptica	MELO, A. C. S.; PEDUZZI, L. O. Q.	2007	v.13, n.1, p.99-126
Historia, Epistemología Y Didáctica De Las Ciencias: Unas Relaciones Necesarias	TORRES, A. P. G.; BADILLO, R. G.	2007	v.13, n.1, p.85-98
A Construção Lógica Do “Estilo Newtoniano”	SAPUNARU, R. A.	2008	v.14, n.1, p.55-66
O Ensino De História Da Química : Contribuindo Para A Compreensão Da Natureza Da Ciência	OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F.	2008	v.14, n.1, p.67-88
O Conceito De Campo: Polissemia Nos Manuais, Significados Na Física Do Passado E Da Atualidade*	KRAPAS, S.; SILVA, M. C.	2008	v.14, n.1, p.15-33
Resolución De Problemas Científicos Desde La Historia De La Ciencia: Retos Y Desafíos Para Promover Competencias Cognitivo Lingüísticas En La Química Escolar	GONZÁLEZ, J. P. C.; GATICA, M. Q.	2008	v.14, n.2, p.197-212
Subsídios Para O Uso Da História Das Ciências No Ensino: Exemplos Extraídos Das Geociências	SILVA, C. P.; FIGUEIRÔA, S. F. M.; NEWERLA, V. B.; MENDES, M. I. P.	2008	v.14, n.3, p.497-517
Varenius E O Conhecimento Matemático Do Século XVII	BRITO, A. J.; SCHUBRING, G.	2009	v.15, n.1, p.139-53

- Reflexões Sobre A Constituição De Uma História Orientada Para A Formação Inicial De Professores De Matemática
CYRINO, M. C. C.; 2009 v.15, n.2, p.413-24
CORRÊA, J. F.
- A Influência De Uma Abordagem Contextual Sobre As Concepções Acerca Da Natureza Da Ciência De Estudantes De Física
TEIXEIRA, E. S.; 2009 v.15, n.3, p.529-556
FREIRE JR., O.;
EL-HANI, C. N.
- Discursos De Licenciandos Em Física Sobre A Questão Nuclear No Ensino Médio: Foco Na Abordagem Histórica
SORPRESO, T. P.; 2010 v.16, n.1, p.37-60
ALMEIDA, M. J. P. M.
- La Importancia De La Historia De La Química En La Enseñanza Escolar: Análisis Del Pensamiento Y Elaboración De Material Didáctico De Profesores En Formación
FERNÁNDEZ, L. 2010 v.16, n.2, p.277-291
C.; GATICA, M. Q.;
BLANCAFORT, A. M.
- El Modelo Semicuántico De Bohr En Los Libros De Texto
RAMÍREZ, J. E. M.; 2010 v.16, n.3, p.611-629
BADILLO, R. G.; MI-
RANDA, R. P.
- Annibal Marques Da Costa E A “Matemática Em Versos E Prosas” – Histórias Da Matemática Na São João Del-Rei Do Início Do Século XX
SOUTO, R. M. A.; 2011 v.17, n.1, p.219-234
SILVA, S. F.
- Perspectivas De Historia Y Contexto Cultural En La Enseñanza De Las Ciencias: Discusiones Para Los Procesos De Enseñanza Y Aprendizaje
GARAY, F. R. 2011 v.17, n.1, p.51-62

A História Da Ciência Nos Livros Didáticos De Química Do Pnlem 2007	VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A.	2012	v.18, n.2, p.291-308
Calculus Infinitesimalis: Uma Teoria entre a Razão e o Mito?	CARVALHO, T. F.; D'OTTAVIANO, I. M. L.	2012	v.18, n.4, p.981-996
Oxigênio: Uma Abordagem Filosófica Visando Discussões Acerca Da Educação Em Ciências – Parte 1: Poder E Ambição	MOREIRA, L. M.	2012	v.18, n.4, p.803-818
Contribuições Axiológicas À Educação Científica: Valores Cognitivos E A Seleção Natural De Darwin	BATISTA, I. L.; LUCAS, L. B.	2013	v.19, n.1, p.201-216
Interface Entre História Da Matemática E Ensino: Uma Atividade Desenvolvida Com Base Num Documento Do Século XVI	SAITO, F.; DIAS, M. S.	2013	v.19, n.1, p.89-111
A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo	SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; VILAS BOAS, A.	2013	v.19, n.3, p.599-616
Argumentos para a humanização do ensino das ciências	MAURÍCIO, p.; VALENTE, B.	2013	v.19, n.4, p.1013-1026
Historia social de la educación en ciencias e historia social de las ciencias. Segunda mitad del siglo XX: una contrastación	BADILLO, R. G.; TORRES, A. P. G.; MIRANDA, R. P.; MOLINA, R. F.	2013	v.19, n.4, p.995-1012

Tabela 20: Trabalhos de HFC presentes na C&E de 1998 a 2013

Apêndice E - Trabalhos da FnE

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
Título	Autor	Ano	Localização
Notas da História da Física no Brasil	FERREIRA, G. F. L.	2000	v.1, n.1, p.28
A Terra Gira! 1851: A primeira experiência com o pêndulo de Foucault no Brasil	MOREIRA, I. C.	2001	v.2, n.1, p.31
Pioneiro da Física do Estado Sólido Comemora 95 Anos	FERREIRA, G. F. L.	2001	v.2, n.1, p.32
Capanema: Um Professor de Física cria a Telegrafia Elétrica no Brasil	MOREIRA, I. C.; SILVA, M. C.	2001	v.2, n.2, p.31
Entrevista com Tycho Brahe	MEDEIROS, A.	2001	v.2, n.2, p.20-30
O Instituto de Física Teórica de São Paulo: Meio Século de Física Teórica	OLIVEIRA, P. C.	2002	v.3, n.1, p.35-36
Um Julgamento no Ensino Médio – Uma estratégia para trabalhar a ciência sob enfoque Histórico-Filosófico	GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	2002	v.3, n.1, p.8-11
Entrevista com Kepler: Do seu Nascimento à Descoberta das duas Primeiras Leis	MEDEIROS, A.	2002	v.3, n.2, p.20-33
Henrique Morize, os raios-X e os raios catódicos	MOREIRA, I. C.	2003	v.4, n.1, p.33-34
Continuação da Entrevista com Kepler: A Descoberta da Terceira Lei do Movimento Planetário	MEDEIROS, A.	2003	v.4, n.1, p.19-24
O Brasil nos Principia: Observações Astronômicas de Couplet na Paraíba	MOREIRA, I. C.	2003	v.4, n.2, p.33-34

Theodoro Ramos e os primórdios da Física Moderna no Brasil	STUDART, N.; COSTA, R. C. T.; MOREIRA, I. C.	2004	v.5, n.2, p.34-36
Einstein e o Prazer da Física: Passados cem anos, a Física continua divertida	FIOLHAIS, C.	2005	v.6, n.1, p.11-14
O manifesto Russell-Einstein e as conferências Pugwash	BARROS, F. S.	2005	v.6, n.1, p.15-22
Einstein e o eclipse de 1919	VIDEIRA, A. A. P.	2005	v.6, n.1, p.83-87
1905 Um Ano Miraculoso	MOREIRA, I. C.	2005	v.6, n.1, p.4-10
Gleb Wataghin E a Física na USP	SALIINAS, S. R. A.	2005	v.6, n.2, p.42-43
Diálogos sobre o Tempo	MARTINS, A. F. P.	2005	v.6, n.2, p.12-16
Lattes: Nosso Herói da era Nuclear	VIEIRA, C. L.	2005	v.6, n.2, p.44-49
Minas Gerais e a História do Ferromagnetismo	STUDART, N.	2006	v.7, n.1, p.33-34
Conversando com Santos Dumont sobre a Física do cotidiano	MEDEIROS, A.	2006	v.7, n.1, p.5-10
A busca da Liberdade e a educação básica de Santos Dumont	MEDEIROS, A.	2006	v.7, n.2, p.29-32
Santos-Dumont por ele mesmo	STUDART, N.	2006	v.7, n.2, p.4-13
Santos Dumont e seu professor de Física	MEDEIROS, A.	2006	v.7, n.2, p.33-35
O enigma do moinho de luz	RINO, J. P.; STUDART, N.	2007	v.8, n.1, p.22-24
Dalí e a mecânica quântica	COSTA, R. R. D.; NASCIMENTO, R. S.; GERMANO, M. G.	2007	v.8, n.2, p.23-26
Ciência e arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek	LIMA, M. C. B.; QUEIROZ, G.; SANTIAGO, R.	2007	v.8, n.2, p.27-30

Os precursores da física no Brasil	CRESTANA, S., PE-REIRA, G. R. M.; GOLDMAN, M.	2007	v.8, n.2, p.48-52
John Archibald Wheeler e a física brasileira	FREIRE JR., O.; BASSALO, J. M. F.	2008	v.9, n.1, p.44-47
Uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica	SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P.	2009	v.10, n.1, p.17-20
Entrevista com o Conde Rumford: da teoria do calórico ao calor como uma forma de movimento	MEDEIROS, A.	2009	v.10, n.1, p.4-16
A história da ciência no processo ensino-aprendizagem	QUINTAL, J. R.; GUERRA, A.	2009	v.10, n.1, p.21-25
História da ciência no ensino fundamental e médio	BERNARDES, A. O.; SANTOS, A. R.	2009	v.10, n.2, p.11-15
Henry Armstrong e o ensino por descoberta	GALAMBA, A.	2009	v.10, n.2, p.7-10
Sobre modelos, sistemas e ideias: de Thales a Newton	ARTHURY, L. H. M.	2010	v.11, n.1, p.36-41
Um debate na escola: A história e a filosofia da ciência em foco	SILVA, B. V. C.	2010	v.11, n.2, p.12-15
O centro de todas as coisas: Um século da descoberta do núcleo atômico	VIEIRA, C. L.	2011	v.12, n.2, p.38-41
Princípio de Arquimedes: uma abordagem experimental	DARROZ, L. M.; PÉREZ, C. A. S.	2011	v.12, n.2, p.28-31
Estudo do MRU através de um livro de Galileu	LIMA, L. G.	2012	v.13, n.1, p.24-29

Tabela 21: Trabalhos de HFC presentes na FnE de 2000 a 2013

Apêndice F - Trabalhos do SNEF

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
Título	Autor	Ano	Localização
Experiências Metodológicas em História da Ciência	OLIVEIRA, A. L.	1973	p.33
Um Curso de Instrumentação para o Ensino de Física	HAMBURGER, A. I.; ZANETIC, J.; NAKANNO, H.	1976	p.383
Uma Nova Proposta para o Ensino de Física	GORDON, H. J.	1976	p.531
História da Ciência e Ensino de Física	MOTOYAMA, S.	1976	p.908
A evolução do conceito de quantidade do movimento	CARMO, L. A. C.	1982	p.104
Origem e evolução do conceito de carga elétrica	MEDEIROS, A. J. G.	1982	p.104
Por Que História e Filosofia da Física no Ensino da Física	HAMBURGER, A. I.	1985	p.98
Interpretação de Textos: Língua Portuguesa e/ou Física?	FEITOSA, M. I. M.	1987	p.38
“Theorica verdadeira das marés” (1737): o primeiro texto newtoniano em português	MOREIRA, I. C.; NASCIMENTO, C. A.; OLIVEIRA, L. R.	1987	p.48
A Física Aristotélica “versus” o Experimentalismo Galileano	CARDOSO, W. T.	1987	p.80
História e Filosofia da Ciência na Formação do Licenciado	CAROLINO, G. R.; ABREU, I. G.; BATTISTA, I. L.; LOPES, J. J.; SERZEDELLO, M.; PRADO, F. D.	1987	p.83
Física e a Formação do Cidadão: História da Ciência no Ensino	MARTINS, A. F. P.; LEODORO, M. P.	1991	p.491

Uma Introdução à Física Aristotélica	ICHIBA, C.; PELOSI, E.; SPOLADOR, J.; CARRENHO, R.; NEVES, P. S. D.; NEVES, M. C. D.	1991	p.495
Filmes de Ficção Científica: Quadros de uma Exposição Aristotélica	NEVES, M. C. D.	1991	p.497
Aristóteles e a Universidade - Conceitos Intuitivos	ALMEIDA, D. M.; VIANA, J. M. G.	1991	p.499
Recuperação da Memória do Ensino Experimental de Física na Escola Secundária Brasileira	BROSS, A. M. M.; SAAD, F. D.	1991	p.503
O Conceito Físico de Espaço e o Ensino da Mecânica	BATISTA, I. L.; KAWAMURA, M. R.	1993	p.253
Ciência e História: Por uma Abordagem Metodológica	GOMES, A. L. A. A.; NOBRE, M. C. D. P.	1993	p.258
Metáforas na Física	ARRUDA, S. M.	1993	p.261
A Máquina a Vapor de Watt - Uma Ferramenta Didática no Auxílio do Ensino de Ciências	FREIRE, J.; NETO, C. C.	1993	p.266
Movimento Absoluto na Óptica do Século XIX	OLIVEIRA, M. P.	1993	p.270
A Descoberta da Entropia por R. Clausius	PINTO, S. P.; HOLLANDA, D.; DIAS, P. M. C.	1993	p.274
Contextualização Histórico-Social da Ciência no Ensino de Física: uma abordagem necessária	LEODORO, M. P.; ZANETIC, J.	1993	p.192
Concepções Alternativas & História e Epistemologia da Ciência	OLIVEIRA, M. P.	1993	p.276
Formação do professor de Física - História da Ciência e Ensino	MONTENEGRO, A. M.; MACEDO, A. G. P.	1995	p.143

0 Estudo da Luz e suas Propriedades na História da Física como Subsídio ao Ensino de Ótica	SILVA, E. A.	1995	p.267
Conceito de Temperatura: Gênese, Desenvolvimento e Utilização	SILVA, D.; NETO, V. F.	1995	p.380
A Noção de “História” nos Estudos sobre Desenvolvimento de Conceitos Científicos	GOMES, A. L. A. A.; DALPIAN, M. C.; DELGADO, C. M.	1995	p.406
0 Modelo Piagetiano para a Relação entre Psicogênese e História da Ciência Funciona?	FRANCO, C.	1995	p.415
0 Referencial Teórico de Copérnico e a Física de Aristóteles	FILHO, J. B. B.	1995	p.420
Os Dedões de Galileu	FILHO, W. D. A.; FERREIRA, N. C.	1997	p.300
Teorias da Visão e seus Objetos de Estudos	TOLEDO, K. M. N.	1999	p.121
Aprendizagem da Linguagem Científica através da História do Conceito de Campo Eletromagnético	ARAÚJO, L. M. P.; HAMBURGER, A. I.	1999	p.122
Atividade Prática e Funcionamento de Textos Originais de Cientistas na 8ª série do Ensino Fundamental	MOZENA, E. R.; ALMEIDA, M. J. P. M.	1999	p.124
História da Ciência no Ensino Médio: Necessidade de mudança	GUERRA, A.; FREITAS, J.; REIS, J. C.; BRAGA, M.	1999	p.126
A Natureza da Ciência em Episódios da História da Ciência: Análise de Narrativas	RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I.	1999	p.127

É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio?	PINTO, A. C.; ZANETTI, J.	1999	p.128
Galileu e o Experimento do Plano Inclinado	FILHO, W. D. A.; FERREIRA, N. C.	1999	p.130
Uma Proposta de ensino de História da Ciência através de temas exploratórios	MIRANDA, A. C.	1999	p.132
Notas sobre uma Investigação Histórica: As raízes dos modernos currículos de Física	BRAGA, M.	1999	p.133
Uma Aproximação entre a História da Ciência e o ensino de Física: O debate Huygens-Newton em sala de aula	BARROS, M. A.	1999	p.134
Documentos Originais da Ciência: Caracterizando as possibilidades do diálogo leitor-texto em situações de ensino e aprendizagem	DION, S. M.; PACCA, J. L. A.	1999	p.135
A Integração de textos originais da Ciência no Planejamento Escolar como produto de uma concepção de Ensino e Aprendizagem	PACCA, J. L. A.; DION, S. M.	1999	p.136
Contexto Histórico Social nas Aulas de Física	BOGO, J.; OLIVEIRA, O. B.; HIGA, I.	2001	p.21
Leituras em História e Filosofia da Ciência: Um caminho para a educação científica	TYCHANOWICZ, S. D.; LOCH, J.; OLIVEIRA, O. B.; HIGA, I.	2001	p.21
De Aristóteles a Einstein: A Evolução Gravitacional no Ensino Médio	AMARAL, E. A.; ZANETTI, J.	2001	p.21

O Ensino do Problema da Radiação do Corpo Negro (PRCN) no Nível Superior: Dificuldades e Inovações	MOZENA, E. R.; ZANETIC, J.	2001	p.21
Filosofia da Ciência no Ensino da Física	FILHO, S. B.	2001	p.22
Galileu: Sobre a Flutuação dos Corpos na Água	CINDRA, J. L.	2001	p.23
A História e a Filosofia da Ciência Subsidiando a Construção de Atividades Didáticas para o Ensino de Física em Nível Médio	SILVA, A. V. P.; CALUZI, J. J.; NARDI, R.; BASTOS, F.	2001	p.24
Como Fica o Ensino da Física Quando Ocorre um “Casamento” Coerente entre as Teorias da Aprendizagem e a Filosofia da Ciência	ZIMMERMANN, E.	2001	p.24
A Evolução Histórica dos Conceitos de Calor e Temperatura: Algumas Contribuições para o Processo de Ensino e Aprendizagem	CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B.	2001	p.25
Acerca de um Erro de Galileu (e Descartes): a Introdução do Conceito de Tempo na Análise dos Movimentos	MARTINS, A. F. P.; ZANETIC, J.	2001	p.26
Uma Atividade Cultural sobre a Natureza da Luz no Ensino Médio	OLIVEIRA, N. R.; ZANETIC, J.	2001	p.27
O Céu e “O Método Científico”	DEYLOT, M. E. C.; ZANETIC, J.	2001	p.27
A Influência de uma Abordagem Contextual na Formação de Licenciados em Física	TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.	2001	p.27

Atividades Epistemológicas para o Ensino de Física	PINTO, A. C.; ZANETTI, J.	2001	p.27
As Partículas Estranhas, a quebra de Paridade e a Reformulação da Teoria de Fermi: A Interação V-A	MARTIN, G. F. S.; BATISTA, I. L.	2003	p.2165
A Historia Da Física: Uma Nova Perspectiva Para O Ensino De Física	VEGA, L. F. L.	2003	p.2141
A Influência da Metafísica de Henry More sobre a Noção de Espaço no Principia de Newton: Uma Contribuição Ao Ensino De Física	PIRANI, R.; CALUZZI, J. J.	2003	p.2146
A Prática Pedagógica de Professores de Ciências Naturais: Um Estudo de Caso	FROTA, P. R. O.; SOBRINHO, J. A. C. M.	2003	p.2156
Aprendendo Ótica Geométrica com Base na História da Física e nas Concepções Alternativas dos Estudantes	BARBOSA, R. G.; BARROS, M. A.; IRAMINA, A. S.; SCHOT, A.	2003	p.2137
As Contribuições da História da Ciência no Ensino de Ótica Física	IGARASHI, R. N.; SANTOS, N. S.; BARROS, M. A.; IRAMINA, A. S.	2003	p.2137
Buscando a História da Ciência para Estudar o Conceito de Inércia	MANTOVANI, I. F.; OLIVEIRA, B. F.; BARROS, M. A.; IRAMINA, A. S.	2003	p.2137
Caminhos e Descaminhos na Construção do Conceito da Relação entre Força e Movimento	ANDRADE, E. M. P.; SANTOS, M. S.	2003	p.2137
Ciência: Um Pouco de História	GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.	2003	p.2172

Conceito Relativístico: Histórica X Científica	Massa-Energia Abordagem Divulgação	PEREZ, J. R. B.; CA- LUZI, J. J.	2003	p.2182
Concepções de Estudantes Subsídios para o Planejamento de um Curso de Mecânica Básica	Alternativas Servindo de	LUCIANO, A.; GI- ACOMASSI, A.P.; IRAMINA, A. S.; BARROS, M. A.	2003	p.2137
Concepções sobre a Natureza da Ciência e suas Possíveis Influencias no Ensino Universitário de Física		COSTA, R. C.; BOR- CHARDT, I. W.; MENDES, J. F.; OLIVEIRA, A. B.	2003	p.2137
Explorando a Base de Dados do <i>Institute for Scientific Information</i> como Fonte para a História da Ciência - O Caso da Controvérsia sobre Fundamentos da Física Quântica		FREITAS, F. H. A.; FREIRE JR., O.	2003	p.2190
História da Ciência e Ensino: Subsídios de Faraday para a Metodologia de Trabalho Experimental		DIAS, V. S.; VIL- LANI, A.	2003	p.2199
O Átomo de Bohr em Livros de Física do Ensino Médio: Um Estudo Exploratório		BASSO, A. C.; PE- DUZZI, L. O. Q.	2003	p.2209
O Papel da Epistemologia em uma Disciplina de Evolução dos Conceitos da Física		MELO, A. C. S.; PE- DUZZI, L. O. Q.	2003	p.2227
O Pêndulo e o Argumento de Newton da “Queda” da Lua como Evidencia de Força Gravitacional		FREIRE JR., O.; FI- LHO, M. M.; VALLE, A. L.	2003	p.2235
O Pêndulo no Cálculo da Longitude		SANTOS, L. C. F. M.; COSTA, M. B.	2003	p.2246

O Plano Inclinado Galileano - Uma Experiência em Sala de Aula	FREITAS, F. H. A.; FREIRE JR., O.	2003	p.2254
Projeto Resgate da História da Física no Brasil Através de Biografias Multimídias: Prof. Helion Vargas	CUNHA, G. S.; NETO, E. C.; ARAÚJO, C. P.; SILVEIRA, F. L.; GANTOS, M. C.; PIRES, L. C. S.; SOUZA, M. O.; SILVA, F. R.	2003	p.2263
Queda dos Corpos: As Relações entre as Concepções Prévias dos Alunos do Ensino Médio e as Ideias de Aristóteles e Galileu	HÜLSENDEGER, M. J. V. C.	2003	p.2269
Revisitando a Existência do Inexistente: O “Nada” na Física	PHILIPPSEN, G. S.; OLIVEIRA, T. C.; SILVA, K. C.; ANDRADE, M. F.; LIMA, D. C. F.; NEVES, M. C. D.	2003	p.2278
Uma abordagem Histórico-Filosófica para o Eletromagnetismo no Ensino Médio	REIS, J. C.; BRAGA, M.; GUERRA, A.	2003	P.2284
Utilização da História da Ciência no Ensino da Física: Vantagens e Desvantagens	PEREIRA, D. E. J.; MARTINS, M. C. M.	2003	p.2294
Utilizando Contextos Históricos como Abordagem no Ensino Médio	PEREIRA, R. F.; FUKUI, R. M.; IRAMINA, A. S.; BARROS, M. A.	2003	p.2138
Visões sobre a Ciência num curso de Licenciatura em Física: Um estudo exploratório	HIGA, I.; HO-SOUME, Y.	2003	p.2302

O Plano Inclinado Galileano: Notas sobre uma Tomada de Dados com Estudantes do Ensino Superior	FREITAS, F. H. A.; FREIRE JR.; O.	2005	CO.A06-01
Currículos de Física e suas Filosofias	QUEIROZ, G. R. P. C.; ARAÚJO, R. M. X.	2005	CO.A06-01
O Ensino de Física Moderna necessita ser real?	BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M.	2005	CO.A06-01
O Uso do Relógio de Pendulo como Mediador na Reconciliação entre o Ensino de Ciências e o Aprendizado	SOUZA, A. C. M.; CALUZI, J. J.	2005	CO.A06-01
PCN-EM: Contextualização ou Recontextualização	WESTPHAL, M.; PINHEIRO, T. C.; TEIXEIRA, C. S.	2005	CO.A06-01
A Historia e a Filosofia no Ensino de Ciências a Luz das Idéias de Mario Bunge: O Exemplo do Eletromagnetismo	WESTPHAL, M.; PINHEIRO, T. C.; PINHEIRO, T. F.	2005	CO.A06-01
A criação do conceito de linhas de força: o que um exame de textos originais de Faraday nos revela sobre Ciência?	DION, S. M.	2005	CO.A06-02
Os “anéis de Newton”: uma abordagem histórica	MOURA, B. A.; SILVA, C. C.	2005	CO.A06-02
A Matriz Europeia: E o Ensino Secundário de Física no Século XIX	SEPULVEDA, L. D.	2005	CO.A06-02
A Visão de Einstein da Construção do Conhecimento Científico	GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.	2005	CO.A06-02
A História da Óptica e a Epistemologia Bacheleriana: Um Estudo Exploratório	MELO, A. C. S.; PEDUZZI, L. O. Q.	2005	CO.A06-02

A construção do conhecimento do aluno em aulas de ciências à luz da epistemologia de Imre Lakatos	REIFUR, T. M.; SANTOS, C. F. R.	2005	CO.A06-02
A Compreensão dos Alunos do Ensino Médio em Relação aos Aspectos da Natureza da Ciência	SILVA, L. F.; BOCA-NEGRA, C. H.; OLIVEIRA, J. K.	2005	CO.A06-03
A Leitura de Textos Originais de Faraday por Alunos da Terceira Série do Ensino Médio	MONTENEGRO, A. G. P. M.; ALMEIDA, M. J. P. M.	2005	CO.A06-03
A visão Kuhniana da ciência e a descoberta do núcleo atômico	MARQUES, D. M.; CALUZI, J. J.	2005	CO.A06-03
A História da Física e a Educação Brasileira	CORREIA, N. S.	2005	CO.A06-03
Facetas do Conhecimento Físico	KNEUBIL, F. B.; ROBILOTTA, M. R.	2005	CO.A06-03
Proposta de uma Aula com Enfoque Experimental sobre a Refração da Luz : O Fenômeno e sua História	SANCHEZ, D. F.; PAZ JR., E. M.	2007	CO.A06-01
O Ensino de Física no Século XIX por meio dos Livros Didáticos: O caso da cinemática	NICOLI JR., R. B.; MATTOS, C. R.	2007	CO.A06-01
O Éter nos Livros Didáticos de Física do Final do Século XIX e Início do Século XX	MOURA, B. A.; NICOLI JR., R. B.; SILVA, C. C.; MATTOS, C. R.	2007	CO.A06-01
A Utilização da História da Ciência no Ensino de Física: investigando o contexto da construção do espectroscópio de chamas	MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.	2007	CO.A06-01

Interpretação de Posicionamentos Filosóficos e Epistemológicos em Livros Didáticos de Física para o Ensino Médio	ABREU, R.; CARVALHO, W. L. P.	2007	CO.A06-01
Abrindo a Caixa Preta da Massa-Energia	BARCELLOS, M.; ZANETTI, J.	2007	CO.A06-01
Cinema e História da Ciência na Formação de Professores	BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C.	2007	CO.A06-02
Historia da Ciência e Religião: Uma proposta para discutir a natureza da ciência	FORATO, T. C. M.; PITROCOLA, M.; MARTINS, R. A.	2007	CO.A06-02
Historia da Física no Ensino Médio	MONTE, M. J.; ALMEIDA, J. R. L.	2007	CO.A06-02
Física: Entre o determinismo e a criatividade	GERMANO, M. G.; ANDRADE R. R. D.	2007	CO.A06-02
Análise de uma Abordagem Didática de Física no Ensino Fundamental com Base na Epistemologia Bacheleriana	RIBEIRO, F.; SANTOS, C. F. R.	2007	CO.A06-02
A Natureza da Ciência e o Processo Educativo: Relato de uma experiência de ensino realizada em uma escola pública de ensino médio	BOCANEGRA, C. H.; SILVA, L. F.; ANDRADE, A. A. F.	2007	CO.A06-02
Um Estudo de Caso Acerca da Influência de uma Abordagem Contextual na Compreensão do Conceito de Inércia de Estudantes de Física	SILVA, M. S.; TEIXEIRA, E. S.	2007	CO.A06-03
Revelando o Imaginário de Estudantes de Física através da Técnica dos Brasões	BIANCOLIN, M. M.; FERRARA, N. F.	2007	CO.A06-03

Limitações da analogia entre sistemas planetários e modelos atômicos	FIGUEIREDO, W. G.; SILVA, F. W. O.	2007	CO.A06-03
O Nascimento da Tragédia no Ensino de Física	SANTOS, K. A. M.; SILVA, F. W. O.; FIGUEIREDO, W. G.	2007	CO.A06-03
Uma estratégia de ensino Lakatosiana com preparação racional via quasi-história	SILVA, O. H. M.; NARDI, R.; LABURÚ, C. E.	2007	CO.A06-03
Sociedade, Educação e Ensino de Física no Brasil: Do Brasil Colônia ao Fim da Era Vargas	DIOGO, R. C.; GOBARA, S. T.	2007	CO.A06-03
Uma comparação entre as Propriedades Gerais da Matéria nos livros didáticos de Física e livros didáticos de Ciências: o caso da impenetrabilidade	TAVARES, L. B.; MATTOS, C. R.; NICIOLI JR., R. B.	2009	CO-20
A História da Ciência no Processo Ensino-Aprendizagem	QUINTAL, J. R.; GUERRA, A.	2009	CO-20
Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia: O Grande Debate	BAGDONAS, A.; ANDRADE, V. F.; SILVA, C. C.	2009	CO-20
Uma Atividade Histórico-Crítica da Evolução Científica, Tecnológica e Social no Estudo da Termodinâmica	HORNES, A.; SILVA, S. C. R.; PINHEIRO, N. A. M.	2009	CO-20
Natureza da Ciência numa Proposta de Seqüência Didática: Explorando os Pensamentos de Aristóteles e Galileu sobre o Movimento Relativo	SILVEIRA, A. F.; ATAÍDE, A. R. P.; SILVA, A. P. B.; FREIRE, M. L. F.	2009	CO-21

Uma Análise Histórica do Princípio de Fermat e suas Implicações no Ensino da Reflexão e Refração da Luz	BARROS, M. A.	2009	CO-21
Um curso de Cosmologia na primeira série do Ensino Médio com enfoque Histórico-Filosófico	GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C.	2009	CO-21
Por que a Luz é uma Onda Eletromagnética? Visita aos Trabalhos de Maxwell	KRAPAS, S.	2009	CO-21
Educação Científica no Contexto Pós-Ontológico: Um Novo Ensino de Ciências para uma Nova Imagem da Ciência	LOPES, F. A. D.; JA- FELICE, L. C.	2009	CO-21
Revisitando os projetos de Ensino de Física: uma perspectiva sociológica, histórica e linguística	RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R.; OR- TEGA, J. L. N. A.	2011	CO17-03
Um Curso sobre História da Cosmologia na Formação Inicial de Professores	HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C.	2011	CO17-03
Um Novo Mundo Visto Através das Lentes: A Construção do Conhecimento na Holanda do Século XVII e o Ensino dos Instrumentos Óticos	ALCANTARA, M.; BRAGA, M.	2011	CO17-03
Física na História: Um Projeto Pedagógico Concreto de Inserção de um Curso Histórico-Filosófico de Física no Ensino Médio	QUINTAL, J. R.; GUERRA, A.	2011	CO18-03

História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física: Uma Proposta de Roteiro para Análise de Livros Didáticos do Ensino Médio	NASCIMENTO, L. F.; SILVA, A. P. B.	2011	CO18-03
História e Filosofia da Ciência no SNEF: Um Quadro Preliminar (2003 - 2009)	SCHIRMER, S. B.; ROSA, V. M.; SAUERWEIN, I. P.	2011	CO18-03
Johannes Kepler: O Estudo de suas Leis em uma Abordagem da História e Filosofia das Ciências	ANDRADE JR., J. A.; DANTAS, C. R. S.; NOBRE, F. A. S.	2011	CO18-03
O Caso “Plutão” e a Natureza da Ciência	ALBUQUERQUE, V. N.; LEITE, C.	2011	CO18-03
Relatividade Restrita no 1º Ano do Ensino Médio: Abordagem Histórica e Influências	PERON, T. S.; GUERRA, A.	2011	CO18-03
Abrindo Caixas Pretas em Aulas de Física: Uma Reflexão Educacional a partir dos Conceitos de Bruno Latour	GAMA, L. D.; ZANETIC, J.	2011	CO19-03
As Discussões sobre a Possibilidade do Movimento Terrestre na Universidade de Paris do Século XIV	CAMPOS, A	2011	CO19-03
Concepções de Alunos de Ensino Médio sobre as Fases da Lua E As Possíveis Influências Desse Satélite Na Vida Humana	MORETTI, R. L.; SARAIVA, M. F. O.; VEIT, E. A.	2011	CO19-03
Controvérsia entre o Modelo Corpuscular e Ondulatório da Luz: Um Caminho para o Ensino da Óptica no Nível Médio	PEREIRA, J.; GUERRA, A.	2011	CO19-03

Criando uma Demanda Epistemológica para o Ensino de Física	FILHO, M. A.; BRAGA, M.	2011	CO19-03
Ensinando Física Moderna e Contemporânea: Cosmologia em Vídeos e Imagens	JARDIM, W. T.; GUERRA, A.	2011	CO19-03
A demarcação ciência-não ciência e as contribuições do ensino de Física	LOURES, M. V. R.	2011	CO20-03
A Evolução do Conceito de Movimento - A História da Ciência como eixo Condutor numa Proposta de Abordagem Diferenciada da Física no 9º Ano do Ensino Fundamental	SOARES, R.; GUERRA, A.	2011	CO20-03
A História da Ciência na Composição de Sequências Didáticas: Possibilidades Trabalhadas em um Curso de Licenciatura em Física	SCHMIEDECKE, W. G.; SILVA, M. P. C.; SILVA, W. M.	2011	CO20-03
A História da Ciência no Estudo da Estrutura da Matéria: Uma Avaliação dos Alunos	URIAS, G.; ASSIS, A.	2011	CO20-03
A Imaginação como Processo de Criação na Arte e na Física: Uma Discussão sobre a Dualidade no Entendimento	WATANABE, G.; GURGEL, I.	2011	CO20-03
A Natureza da Ciência e o Imaginário de Estudantes de Física do Ensino Médio	BIANCOLIN, M. M.; FERRARA, N. F.	2011	CO20-03
Relações entre Física e Filosofia: estudo do problema da natureza do espaço em Leibniz a partir da correspondência Leibniz-Clarke	POLITO, A. M. M.; POLITO, C. M. M.	2013	CO05-01

Os grandes erros sobre Einstein	NORONHA, A.; CARDOSO, D.; GURGEL, I.	2013	CO05-01
Abrindo Caixas Pretas em Aulas de Física: Uma Reflexão Educacional a partir dos Conceitos de Bruno Latour(JÁ APRESENTADO EM 2011)	GAMA, L. D.; ZANETIC, J.	2013	CO05-01
Amarrar Pedras em Barbante, Porque o Galileu não fez?	LUNAZZI, J. J.	2013	CO05-01
O Balde Girante, a Força Resultante e a Inércia Vacilante de Newton	TAKIMOTO, E.	2013	CO05-01
O Grande erro de Einstein, a Descoberta da Expansão do Universo e as Reconstruções Racionais da Cosmologia	HENRIQUE, A. B.; ZANETIC, J.; GURGEL, I.	2013	CO05-02
História e Filosofia da Ciência: Desafios e Possibilidades	SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G.	2013	CO05-02
Realismo, Anti-Realismo e Ensino de Física	BORGES, P. F.	2013	CO05-02
Física e Filosofia: Uma Pesquisa Exploratória das Opiniões de Alunos sobre a Controvérsia Realismo-Antirrealismo	TOLEDO, C.; BRAGA, M.	2013	CO05-02
Epistemologia e cultura: reflexões, aproximações e contribuições para o ensino de física	SOUZA, P. H.; ZANETIC, J.	2013	CO05-02
Experimentando a História e a Filosofia da Ciência no Ensino do Magnetismo	BEZERRA, E. V. L.; CAMARGO, S.	2013	CO05-03

O Estudo do Eletromagnetismo Clássico: As Linhas de Faraday e Alguns Conceitos de Filosofia da Ciência no Ensino Médio	LOURES, M. V. R.	2013	CO05-03
Experimentação e História da Ciência: uma aplicação para o ensino da termodinâmica no PIBID	SOARES, F. G.; SCHMIEDECKE, W. G.	2013	CO05-03
Uma Proposta do PIBID-Física da UFRN: Abordagem Histórico-Filosófica para a Temática Gravidade	FERREIRA, J. M. H.; NICÁCIO, J. D.; MARTINS, M.; CÂMARA, A. T.	2013	CO05-03
Os Livros Didáticos como Espaço de Apresentação da Ciência Nacional	SANTOS, E.; SCHMIEDECKE, W. G.	2013	CO05-03
Ensino de Ciências e Pesquisa: Possíveis Desarranjos na Universidade que Produz e Transmite Conhecimento	FREITAS, L. B.	2013	CO05-04
O Impacto da Abordagem Histórico-Filosófica do novo Currículo Mínimo de Física	BITTENCOURT, B. A.; FERREIRA, C. S.; REIS, J. C. O.	2013	CO05-04
Conteúdos Históricos e Filosóficos nos Currículos dos Cursos de Licenciatura em Física de Minas Gerais	BRANCO, D. R. F.; LONDERO, L.	2013	CO05-04
Uma abordagem histórica e experimental à eletricidade em uma disciplina sobre a evolução dos conceitos da física	RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.	2013	CO05-04
A Física e a Questão Socioambiental na Perspectiva da Aprendizagem Significativa	NIEBUHR, B. B. S.; VALASKI, S.	2013	CO05-04

Tabela 22: Trabalhos de HFC presentes no SNEF de 1970 a 2013

Apêndice G - Trabalhos do EPEF

TÍTULO	AUTOR (ES)	ANO	LOCALIZAÇÃO
Título	Autor	Ano	Localização
Contribuições da História da Ciência ao Ensino da Relatividade	ARRUDA, S. M.; VILLANI, A.	1994	p.46-49
Introdução da História da Ciência no Planejamento Pedagógico	DION, S. M.; PACCA, J. L. A.	1994	p.86
Gravitando Epistemologicamente em torno da Gravitacão	ZANETIC, J.	1994	p.90
A Abordagem Histórica no Ensino de Física: Análise de uma experiência	CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P.	1994	p.99
O Ensino não-formal sobre o Formal: uma experiência de produção de vídeos didáticos de curta-metragem	NEVES, M. C. D.	1994	p.126
Até quando os Estudantes vão Inventar Forças?	TEIXEIRA, S. K.; QUEIROZ, G.	1994	p.138
Redimensionando o Ensino de Física numa Perspectiva Histórica	SIMÕES, A. A.; LA- RANJEIRAS, C. C.; ZANETIC, J.	1994	p.140
Física e Literatura: uma possível integração no ensino	ZANETIC, J.	1996	p.27-33
Física, Matemática e Divulgação Científica nos Anos 20	MOREIRA, I. C.	1996	p.34-43
A Teoria das Cores de Newton e as Críticas de Hooke	SILVA, C. C.; MAR- TINS, R. A.	1996	p.230-237
Discussão Científica em Sala de Aula	VANNUCCHI, A. I.; CARVALHO, A. M. P.	1996	p.244-251

As Ideias de Guido Beck sobre Ensino e Pesquisa	VIDEIRA, A. A. P.	1996	p.252-259
Construindo um Problema Significativo para o Ensino-Aprendizagem, dentro do Tema da Utilização da História da Ciência, a partir de uma Revisão da Literatura	DION, S. M.; PACCA, J. L. A.	1996	p.266-272
Concepções Intuitivas dos Alunos: Um estudo a partir da relação força e movimento	ANJOS, A. J. S.	1996	p.409-417
Gravitação: Um exemplo do uso da história da física	SILVA, J. C.; LOPES, G.; ZANETIC, J.	1996	p.512-518
O Ensino de Física na Década de 30	SBRUZZI, L. F.; KAWAMURA, M. R. D.	1996	p.604-614
Qué Puede Aportar la Epistemologia a los Diseños Curriculares em Física?	CUDMANI, L. C.	2000	p.121
2000: Um Século do Nascimento da Física Quântica e seu Ensino	ZANETIC, J.	2000	p.121-122
O Alvorecer da Medida	CATELLI, F.	2000	p.122
A Coerência Texto-Imagem no Estudo dos Eletróforos em Livros Didáticos de Física	MEDEIROS, A.; LIMA JR., N.; MONTEIRO JR., F. N.	2000	p.123
A Contribuição da História da Ciência no Processo de Ensino e Aprendizagem da Termologia: O caso da temperatura	CINDRA, J. L.; HOTT, M.	2000	p.124
A Física dos Livros Didáticos	WUO, W.	2000	p.124-125
A Universalização de Teorias e o Ensino da Física do Século XX	BATISTA, I. L.	2000	p.125-126

Conceitos sobre Repouso e Movimento do Deficiente Visual e Modelos Históricos	CAMARGO, E. P.; SCALVI, L. V. A.; BRAGA, T. M. S.	2000	p.126
Contribuições das Filosofias da Ciência para uma reflexão sobre as (Re)concepções do Ensino de Física	PINTO, A. C.; ZANETIC, J.	2000	p.127
Distorções Conceituais em Imagens de Livros Textos: O caso do experimento de Joule com o calorímetro de pás	CARMO, L. A.; MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F.	2000	p.127-128
El Método em Ciencias su Influencia em la Enseñanza y em el Aprendizaje	SANTILLI, H.	2000	p.128
Hipóteses e Interpretação Experimental: A conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforecência	MARTINS, R. A.	2000	p.129
Um Estudo sobre as Controvérsias na Interpretação da Mecânica Quântica entre os Licenciados em Física	MOTA, L. M.; ZYLBERSZTAJN, A.; FREIRE JR., O.	2000	p.130-131
Uma Abordagem Histórica da Teoria da Relatividade no Ensino Médio	AMARAL, E. A.; ZANETIC, J.	2000	p.131
Física e Arte: Uma ponte entre duas culturas	ZANETIC, J.	2002	COCD1
A história da Ciência ajudando a desvendar algumas dificuldades no ensino do produto vetorial	SANTANA, D. A.; VILLANI	2002	CO31
A evolução das idéias relacionadas aos fenômenos térmicos e à eletricidade: algumas similaridades	CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B.	2002	CO31

Descripción de las concepciones epistemológicas de los docentes universitarios	GARCIA, M. B.; ZAMORANO, R.	2004	CO03-1
A ciência tem nacionalidade? Uma análise nos livros textos de Física	SANTOS NETO, E. R.; OLIVEIRA, M. P. P.	2004	CO03-1
$E = MC^2$: Ensino Médio e divulgação da Física Moderna	PEREZ, J. R. B.; CALUZI, J. J.	2004	CO03-1
Concepções Alternativas dos Conhecimentos Científicos: Elementos para a determinação de sua gênese	SILVA, A. M. T. B.	2004	CO03-2
Criando um “instrumento teórico” para análise de concepções acerca do tempo, a partir da epistemologia de Gaston Bachelard	MARTINS, A. F.; PACCA, J. L. A.	2004	CO03-2
Uma contribuição da História da Ciência para a pesquisa em Ensino de Ciências	DIAS, V. S.; VILANI, A.	2004	CO03-2
A compreensão dos estudantes sobre o papel da imaginação na produção das ciências	PAULA, H. F.; BORGES, A. T.	2004	CO03-3
Aspectos da Cultura Científica numa Atividade de Laboratório Aberto de Física	CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P.	2004	CO03-3
Do átomo grego ao átomo de Bohr: o perfil de um texto para a disciplina Evolução dos Conceitos da Física	PEDUZZI, L. O. Q.	2004	CO03-3
O Ensino de Teorias Físicas Mediante uma Estrutura Historico-Filosofica	BATISTA, I. L.	2004	CO03-4

Formação Continuada e a Distância de Professores de Física: Desenvolvimento do conhecimento profissional	REZENDE, F.; ARAÚJO, R.	2004	CO03-4
Investigação e desenvolvimento de estratégias experimentais para a evolução conceitual em ensino de física	BORRAGINI, E. F.; KREY, I.; MARIANI, M.; RABAIOLLI, G. L.	2004	CO03-4
Ação Comunicativa: Ciências Físicas e Ética	DETSCH, R. J.	2006	CO03
Modelos e Realidade: Um estudo sobre as explicações acerca do calor no século XVIII	GURGEL, I.; PIETROCOLA, M.	2006	CO03
Cem Anos sem Revolução Científica	ANGOTTI, J. A. P.	2006	CO03
Apresentação distorcida da obra de Ampère nos livros didático	CHAIB, J. P. M. C.; ASSIS, A. K. T.	2006	CO09
Benjamin Franklin e a História da Eletricidade em Livros Didáticos	SILVA, C. C.; PI-MENTEL, A. C.	2006	CO09
Uma Proposta do uso da História da Ciência para a Aprendizagem de Conceitos Físicos nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental	BATISTA, I. L.; ARAMAN, E. M. O.	2006	CO09
Um Diálogo entre a Cultura e o Perfil Epistemológico do Conceito de Tempo no Ensino de Física	SOUZA, P. H.; ZANETTI, J.	2008	CO-05
As Abordagens do Livro Didático Acerca da Física Moderna e Contemporânea: Algumas marcas da natureza da ciência	MONTEIRO, M. A.; NARDI, R.	2008	CO-05
A Natureza da Ciência em Livros Didáticos de Física	SILVA, C. C.; PAGLIARINI, C. R.	2008	CO-05

O Gênero Histórico Priorizado em Textos Didáticos de Física: Contribuições ou distorções para o estudo da natureza da luz	MELO, A. C. S.; CRUZ, F. F. S.	2008	CO-05
O Ensino de Ciências por Investigação: Reconstrução histórica	RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T.	2008	CO-10
O que Fazer Diante de Resultados não Esperados no Laboratório? A Contribuição de um Episódio Interessante da História da Ciência para o Ensino de Física	FERREIRA, J. M. H.	2008	CO-10
O Experimento de Stern-Gerlach e o Spin do Elétron: Um exemplo de quasi-história	GOMES, G. G.; PIE- TROCOLA, M.	2008	CO-10
A Teoria de Bohr-Kramers-Slater para a Mecânica Quântica: Perspectivas para o ensino de física	SILVA, I. L.; SILVA, A. P. B.	2008	CO-10
Teorias da Luz e Natureza da Ciência: Elaboração e análise de curso aplicado no ensino médio	FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PI- ETROCOLA, M.	2008	CO-10
Natureza da Ciência e Ensino de Física: Construindo relações a partir do estudo da óptica newtoniana	MOURA, B. A.; SILVA, C. C.	2008	CO-10
A Teoria Ondulatória de Huygens em Livros Didáticos de Física para o Ensino Médio	ARAÚJO, S. M.; SILVA, F. W. O.	2008	CO-10
A Experiência de Young: A pedra da roseta da natureza da luz?	SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P.	2008	CO-10

Tycho Brahe e Kepler na Escola: Uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula	DANIEL, G. P.; PEDUZZI, L. O. Q.	2008	CO-24
Um Estudo Exploratório sobre a Aprendizagem do Campo Conceitual Associado à Modelagem Científica por parte de Professores de Física do Ensino Médio	BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.	2008	CO-24
Uma Perspectiva Histórica e Epistemológica para o Ensino de Entropia no Ensino Médio	SARAIVA, Z.; PERNAMBUCCO, M.	2008	CO-24
Perfil e Obstáculo Epistemológico na Aprendizagem do Conceito de Ímã	SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L. B.; CALUZI, J. J.	2008	CO-24
A Natureza da Ciência Através de um Episódio Histórico sobre a Luz: Adaptações metodológicas	PEREIRA, J. G.; FORATO, T. C. M.; SILVA, A. P. B.	2010	T03-CO1
Livros Didáticos: Maxwell e a transposição didática da luz como onda eletromagnética	KRAPAS, S.	2010	T03-CO1
O Nome da Ciência: Alguns tipos de discurso de autoridade do conhecimento científico e seus desafios para o ensino de ciências	GAMA, L. D.; ZANETTIC, J.	2010	T03-CO1
Formandos em Física e a Natureza da Ciência	FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P.; DANTAS, T. R. R.; SANTOS, J. L.; MOREIRA, E. P.	2010	T03-CO1
Max Planck e a Formulação da Segunda Lei da Termodinâmica	NÓBREGA, M.; PINHO, S.; FREIRE JR., O.	2010	T03-CO1

Relações entre Ciência e Religião na Formação de Professores: Estudo de caso sobre uma controvérsia cosmológica	HENRIQUE, A. B.; SILVA, C. C.	2010	T03-CO1
Características do Conhecimento Científico Produzido em Torno da Temática História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física: um estudo preliminar com base em propostas e experiências didáticas publicadas na literatura especializada em ensino de física	PENA, F. L. A.	2010	T03-CO2
Da Necessidade de Valorizar a História e a Filosofia da Ciência na Formação de Professores	REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.	2010	T03-CO2
Dialogar sobre Ciência no Ensino Médio: A importância do (re)olhar constante a esse desafio	ALBUQUERQUE, V. N.; LEITE, C.	2010	T03-CO2
A História e a Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: Obstáculos a superar ou contornar	FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M.	2010	T03-CO2
A “Força” do Conceito da Inércia	TAKIMOTO, E.	2012	CO-03
Energia Nuclear: Uma ilustração desconhecida dos licenciandos de física	SCHMIEDECKE, W. G.; VALENTE, L.	2012	CO-03
Ênfases históricas controversas sobre a gênese da Teoria da Relatividade Especial em livros didáticos	MOREIRA, A. B. N.; GURGEL, I.	2012	CO-03

Controvérsia acerca de uma Pressuposta Solução de D'alembert	OLIVEIRA, C. E. S.; FIREMAN, E. C.; BASTOS FILHO, J. B.	2012	CO-03
Linha do Tempo: Controvérsia entre a contextualização de episódios históricos e a imagem da construção linear da ciência	PERON, T. S.; GUERRA, A.; FO- RATO, T. C. M.	2012	CO-03
Críticas à Visão Consensual da Natureza da Ciência e a Ausência de Controvérsias na Educação Científica: O que é ciência, afinal?	HENRIQUE, A. B.; ZANETIC, J.; GUR- GEL, I.	2012	CO-03
Textos Históricos de Natureza Pedagógica na Formação de Professores de Física	SILVA, B. V. C.	2012	CO-03
A existência de Deus na construção da Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton: a natureza da ciência no ensino de física	MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. P.	2012	CO-03
A Natureza da Ciência por Meio do Estudo de Episódios Históricos: O caso dos escritos de Blaise Pascal	FERREIRA, J. M. H.; BATISTA, G. L. F.	2012	CO-03
O Layout de Argumentação de Toulmin e suas Implicações para o Ensino de Física	TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JR., O.	2012	CO-03

Tabela 23: Trabalhos de HFC presentes no EPEF de 1994 a 2012

☞ FIM ☞