



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW)

TÉRCIO AUGUSTO PENTEADO BARBOSA

HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS ASSOCIADAS À EXPERIMENTAÇÃO NO
ENSINO DE CIÊNCIAS: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS DE PESQUISAS NO
BRASIL DE 1972 A 2018

HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCES ASSOCIATED WITH
EXPERIMENTATION IN SCIENCE TEACHING: PERSPECTIVES AND TRENDS IN
RESEARCH IN BRAZIL FROM 1972 TO 2018

CAMPINAS

2020

TÉRCIO AUGUSTO PENTEADO BARBOSA

HISTÓRIA E FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS ASSOCIADAS À EXPERIMENTAÇÃO NO
ENSINO DE CIÊNCIAS: PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS DE PESQUISAS NO
BRASIL DE 1972 A 2018

Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Física "Gleb Wataghin" da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática, na área de Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa
Co-Orientador: Prof. Dr. Jorge Megid Neto

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA
PELO ALUNO TÉRCIO AUGUSTO
PENTEADO BARBOSA E ORIENTADA PELA
PROF(A) DRA. SILVIA FERNANDA DE
MENDONÇA FIGUEIRÔA E COORIENTADA
PELO PROF. DR. JORGE MEGID NETO

CAMPINAS

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

B234h Barbosa, Tércio Augusto Penteado, 1979-
História e filosofia das ciências associadas à experimentação no ensino de ciências : perspectivas e tendências de pesquisas no Brasil de 1972 a 2018 / Tércio Augusto Penteado Barbosa. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa.

Coorientador: Jorge Megid Neto.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Ciência - Filosofia - História. 2. Experimentação. 3. Ensino de ciências. 4. Estado da arte. 5. Natureza da ciência. I. Figueirôa, Silvia Fernanda de Mendonça, 1959-. II. Megid Neto, Jorge, 1958-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: History and philosophy of sciences associated with experimentation in science teaching : perspectives and trends in research in Brazil from 1972 to 2018

Palavras-chave em inglês:

Science - Philosophy - History

Experimentation

Science teaching

State of the art

Nature of science

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Doutor em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa [Orientador]

Andreia Guerra de Moraes

Juliana Rink

Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Roberto Nardi

Data de defesa: 10-08-2020

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-0662-4679>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/884428555119601>

FOLHA DE APROVAÇÃO

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Silvia Fernanda de Mendonça Figueirôa
(Presidente da comissão examinadora)

Profa. Dra. Andreia Guerra de Moraes

Profa. Dra. Juliana Rink

Profa. Dra. Maria José Pereira Monteiro de Almeida

Prof. Dr. Roberto Nardi

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática.

Aos meus pais, por todo o apoio que sempre me deram;
e a Marta, que me faz querer ser uma pessoa melhor a cada dia.

“A imaginação muitas vezes nos leva a mundos que nunca existiram, mas sem ela não vamos a lugar nenhum”
Carl Sagan

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a minha família: a meu irmão Eduardo e sua esposa Rita, a minha irmã Ana Cláudia (*in memoriam*), e especialmente aos meus pais, Claudionor e Cleusa, por todo o amor, dedicação, apoio e paciência, e por sempre estarem prontos para me ajudar, naquilo que eu precisasse, e por me possibilitarem todos os meios para que eu pudesse estar onde estou, fazendo o que estou fazendo.

Agradeço muito a minha orientadora, Profa. Sílvia Figueirôa, por acreditar em mim, por ter me acolhido e aceito o desafio de me orientar, e por toda a paciência que teve durante a realização dessa tese. E ao professor Jorge Megid Neto, por ter aceitado a co-orientação na parte final da minha pesquisa, tendo uma valiosa contribuição para que eu pudesse concluí-la com êxito.

Agradeço muito a todos os professores da Pós-graduação, por todos os aprendizados que me proporcionaram nas disciplinas, e por serem a melhor referência que eu poderia vir a ter do que é ser um pesquisador: Jorge Megid, Fernanda Keila, Ana Arnt e Sandro Tonso, a todos vocês um muito obrigado. E em especial agradeço aos professores Mauricio Compiani e Eduardo Galembeck, pelas valiosas orientações dadas durante o exame de qualificação.

Agradeço a todos os colegas do PECIM, pelo ótimo convívio, por todas as conversas que me proporcionaram muitos aprendizados, e que hoje me fazem ser capaz de compreender melhor a linguagem da área de Ensino de Ciências.

Agradeço a toda a equipe da Secretaria de Pós-graduação do IFGW, em especial ao Fabrício, por toda a atenção e as orientações dadas durante o curso.

Agradeço aos colegas professores, funcionários e equipe gestora das escolas municipais Prof. Ricardo Junco Neto e Prof. André Franco Montoro, pelo apoio e suporte dados durante o tempo em que estive cursando o doutorado.

Agradeço aos amigos professores Luciana, Wagner, Fábio e Eder pelas incontáveis conversas enriquecedoras, e especialmente ao amigo de longa data Peter Trento, por ser para mim um exemplo do que é ser um grande professor e profissional da educação, ajudando a me manter firme na vontade de me dedicar aos estudos e seguir buscando conhecimento.

Agradeço a FAEPEX - Unicamp, pelo apoio financeiro durante meu estágio no Massachusetts Institute of Technology nos EUA, sob orientação da Dra. Elizabeth Cavicchi, a quem eu agradeço profundamente a oportunidade que me concedeu de conhecer um pouco o ambiente dessa excelente instituição de ensino e pesquisa.

E por último um agradecimento muito especial a Marta, por ter me ajudado a manter o foco e não me deixar desanimar durante o meu doutorado, especialmente nos últimos meses durante a escrita desta tese que, graças ao seu apoio, foram muito mais fáceis de concluir.

RESUMO

A Ciência é um processo social de construção de conhecimentos. Quando se estudam apenas os produtos científicos, sem compreender os processos de pesquisa, fica-se com uma visão inadequada sobre o que seria a Ciência, ou melhor dizendo, ignoram-se aspectos intrínsecos ao fazer científico, aos quais se convencionou chamar de Natureza da Ciência. Portanto, é importante que os estudantes compreendam esses processos e isso inclui as atividades experimentais. Nessa perspectiva, a abordagem de conteúdos de História e Filosofia das Ciências (HFC) é uma importante estratégia didática para o professor em sala de aula, podendo promover entre os seus alunos uma visão mais crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico, além de propiciar a realização e compreensão de experimentos históricos que tenham desempenhado papel relevante na evolução das Ciências. Assim, esta pesquisa pretende investigar os trabalhos acadêmicos que trataram das relações entre a Experimentação no Ensino de Ciências e a História e Filosofia das Ciências. Buscamos investigar a seguinte questão: Quais contribuições da história da ciência a atividades de experimentação no ensino de ciências estão presentes em trabalhos acadêmicos (teses e dissertações) defendidos no Brasil desde as primeiras defesas na pós-graduação em Ensino de Ciências (1972) até o ano de 2018? As etapas desta pesquisa compreendem: 1) Revisão bibliográfica sobre aspectos e relevância da Experimentação e da HFC no Ensino de Ciências, evidenciando sua importância e contribuições para o ensino de ciências desde a educação básica até o ensino superior. 2) Identificação e análise do *corpus* documental a partir do banco de dados do Centro de Documentação em Ensino de Ciências (Cedoc) e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). De um total de 873 resumos analisados, identificamos 35 trabalhos para compor a coletânea desta pesquisa. Os textos completos dessas pesquisas foram classificados e analisados com base em descritores gerais (orientador, titulação acadêmica, ano de defesa, instituição, região geográfica, área da pós-graduação) e descritores específicos (área da ciência escolar, tema abordado, período histórico, cientistas envolvidos, nível de ensino, tipos de materiais utilizados, tipos de ações pedagógicas realizadas nos experimentos, tempo de duração das atividades, tipo de experimento histórico, referenciais históricos e tipos de abordagens pedagógicas). Como principais resultados destacamos: 1- Concentração da produção acadêmica na Região Sudeste; 2 - Os anos 2010 como a década de maior produção acadêmica sobre essa temática; 3 - Predominância de pesquisas em nível de Mestrado e produzidas em Instituições de Ensino Superior Federais; 4 - Grande concentração de trabalhos na área curricular de Física, voltados ao ensino médio, 5 - A maioria das pesquisas elaborou e aplicou propostas didáticas do tipo replicação física ou replicação por extensão e; 6 - Abordagens construtivistas e socioconstrutivistas foram as mais utilizadas pelos autores. Espera-se que essa pesquisa, ao destacar trabalhos que associam atividades experimentais e HFC, forneça subsídios para reflexão junto às instituições de ensino que desejem implementar História e Filosofia das Ciências e experimentação em suas propostas curriculares, além de suscitar uma visão mais ampla sobre a natureza do conhecimento científico.

Palavras-chave: História e Filosofia das Ciências, Experimentação, Ensino de Ciências, Estado da Arte, Natureza da Ciência.

ABSTRACT

Science is a social process of building knowledge. When one studies only the results of scientific discoveries, without understanding the research processes, one is left with an inadequate view of what Science would be, or rather, ignore intrinsic aspects of scientific practice, which are conventionally called Nature of Science. Therefore, students must understand these processes and this includes experimental activities. According to that perspective, the History and Philosophy of Science (HPS) approach is an important didactic strategy for the teacher in the classroom. It allows us to promote a more critical view towards science and the construction of scientific knowledge among the students, and also provide the conduction and understanding of historical experiments that have played a relevant role in the evolution of sciences. Thus, this research intends to investigate the academic works that dealt with the relationship between Experimentation in Science Teaching and the History and Philosophy of Sciences. We seek to investigate the following question: What contributions from the history of science to experimentation activities in science teaching are present in academic works (theses and dissertations) defended in Brazil from the first defenses in the postgraduate courses in Science Teaching (1972) until the year 2018? The research steps include: 1) Literature review on aspects of experimentation in Science Teaching, showing the importance of this didactic strategy in science teaching from basic education to higher education. 2) Literature review on the roles and relevance of HPS in Science Education, discussing its potential contributions to the classroom. 3) Identification of the documentary *corpus* from the CEDOC and BDTD database. From a total of 873 abstracts analyzed, we identified 35 works to constitute the collection of this research. The complete texts of these works were classified and analyzed based on general descriptors – namely, advisor, academic title, year of defense, institution, geographic region, postgraduate area, and specific ones. The specific descriptors were: school science area, the topic covered, historical period, scientists involved, level of education, types of materials used, types of pedagogical actions carried out in the experiments, activities duration time, historical experiment types, historical references and types of pedagogical approaches. The main results are: 1- Concentration of academic production in the Southeast Region; 2 - The years 2010 as the decade of most intense academic production on this theme; 3 - Predominance of research at the Master's level and produced in Federal Higher Education Institutions; 4 - Great concentration of works in the curricular area of Physics, aimed at high school. 5 - Most researches developed and applied didactic proposals such as physical replication or replication by extension and; 6 - Constructivist and socio-constructivist approaches were the most used by the authors. It is expected that this research, by highlighting works aimed at the association between experimental activities and HPS, will provide subsidies for reflection with educational institutions that wish to implement History and Philosophy of Sciences and experimentation in their curricular proposals, in addition to raising a broader view on the nature of scientific knowledge.

Keywords: History and Philosophy of Sciences, Experimentation, Science Teaching, State of Art, Nature of Science

Lista de Figuras

- Figura 1 - Recursos de Infraestrutura disponíveis nas escolas de ensino fundamental segundo dependência administrativa* 27
- Figura 2 - Recursos de Infraestrutura disponíveis nas escolas de ensino médio segundo dependência administrativa* 28
- Figura 3 - Representação dos descritores gerais e específicos definidos para a análise dos dados* 63
- Figura 4 - Nuvem de palavras obtida a partir das palavras-chave presentes em 28 das 35 dissertações e teses que trataram de Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências* 75
- Figura 5 - Nuvem de palavras com parâmetros modificados obtida a partir das palavras-chave presentes em 28 das 35 dissertações e teses que trataram de Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências* 76
- Figura 6 - Nuvem de palavras obtida a partir dos cientistas referenciados nas atividades de experimentação nas 35 dissertações e teses que trataram sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências* 88
- Figura 7 - Nuvem de palavras obtida a partir dos referenciais pedagógicos citados nas atividades de experimentação nas 35 dissertações e teses que trataram de Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências* 103

Lista de Gráficos

- Gráfico 1 - Distribuição das 35 dissertações e teses que trataram de Experimentação e História das Ciências no Ensino das Ciências no período de 1986-2018* 66
- Gráfico 2 - Percentuais de distribuição das 35 dissertações e teses que trataram de experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, conforme grau de titulação obtido* 70
- Gráfico 3 - Percentuais de distribuição de períodos históricos presentes nos temas das propostas didáticas das 35 dissertações e teses analisadas* 86
- Gráfico 4 – Distribuição percentual das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História de Ciências no Ensino de Ciências de acordo com o Tempo de Duração das atividades propostas* 91
- Gráfico 5 - – Distribuição percentual das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História de Ciências no Ensino de Ciências de acordo com os Tipos de Materiais utilizados nas atividades propostas/realizadas* 93
- Gráfico 6 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com o tipo de abordagem pedagógica das atividades* 100

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 - Distribuição da produção acadêmica sobre experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências por regiões e estados brasileiros</i>	67
<i>Tabela 2 - Distribuição dos Programas de Pós-graduação por regiões</i>	68
<i>Tabela 3 - Distribuição das 35 dissertações e teses que trataram sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, conforme natureza administrativa das instituições</i>	69
<i>Tabela 4 - Distribuição ao longo das décadas das 35 dissertações e teses que trataram sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências por Instituições de Ensino Superior</i>	72
<i>Tabela 5 - Distribuição das 35 dissertações e teses que trataram sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, conforme classificação pelas áreas da Capes</i>	74
<i>Tabela 6 - Caracterização dos agrupamentos das pesquisas sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, entre 1972 - 2018</i>	79
<i>Tabela 7 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, conforme área curricular</i>	81
<i>Tabela 8 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, conforme sub-áreas e Temas trabalhados</i>	82
<i>Tabela 9 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com o Nível de Ensino dos alunos envolvidos</i>	84
<i>Tabela 10 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com os Tipos de Experimentos Históricos nas atividades propostas/realizadas</i>	96
<i>Tabela 11 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com os Tipos de Referenciais Históricos utilizados nas atividades propostas/realizadas</i>	98

Lista de Siglas Utilizadas no Corpo do Texto

Anped	Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
Cedoc	Centro de Documentação em Ensino de Ciências
Cefet	Centro Federal de Educação Tecnológica
Comut	Programa de Comutação Bibliográfica
CNE	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EA	Estado da Arte
Furb	Fundação Universidade Regional de Blumenau
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IES	Instituição de Ensino Superior
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	Ministério da Educação
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFABC	Universidade Federal do ABC
Ufba	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Ufsc	Universidade Federal de Santa Catarina
Ufscar	Universidade Federal de São Carlos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UnB	Universidade de Brasília
Unesp	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Unipampa	Universidade Federal do Pampa
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTERESSES INICIAIS PELO TEMA	16
INTRODUÇÃO	21
CAPÍTULO 1 - Experimentação e Ensino de Ciências: Uma revisão	26
CAPÍTULO 2 - História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências	39
CAPÍTULO 3 - Metodologia de Pesquisa	50
3.1 As pesquisas do tipo “Estado da Arte”	51
3.2 Descrição das etapas da pesquisa	54
A - Identificação, seleção, recuperação e organização dos trabalhos	56
B - Definição dos descritores	59
C - Análise e classificação das obras de acordo com os descritores	63
D - Organização, sistematização e análise dos dados	64
CAPÍTULO 4 - Análise dos descritores gerais	65
4.1 Distribuição temporal das dissertações e teses defendidas	65
4.2 Distribuição regional das dissertações e teses defendidas	67
4.3 Caracterização das dissertações e teses defendidas	69
4.4 Áreas dos Programas de Pós-graduação dos trabalhos	73
CAPÍTULO 5 - Análise dos descritores específicos	78
5.1 Descrição e análise da produção quanto a Área Curricular, Temas, Nível de Ensino e Período Histórico.	81
5.2 Panorama Educacional das atividades propostas/realizadas da produção acadêmica analisada.	90
5.3 Limites, perspectivas e possibilidades para realização de atividades envolvendo Experimentação e História e Filosofia das Ciências no Ensino das Ciências	105
5.3.1 As dificuldades/barreiras encontradas nos trabalhos desenvolvidos	105
5.3.2 Perspectivas e possibilidades para inserção de Experimentação e História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências	110
CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
REFERÊNCIAS	121
APÊNDICE 1 - Planilha de Classificação Geral dos 35 trabalhos	130

APÊNDICE 2 – Referências e Resumos das Dissertações e Teses que compõem o corpus documental da pesquisa no período de 1972-2018, organizadas por ordem alfabética do autor	131
APÊNDICE 3 - Modelo de Ficha de Classificação	151
APÊNDICE 4 – Fichas de Classificação	154
APÊNDICE 5 - Dados dos cientistas citados nos trabalhos	226
APÊNDICE 6 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciências no Ensino das Ciências de acordo com o Tempo de Duração das atividades propostas	227
APÊNDICE 7 – Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciências no Ensino das Ciências de acordo com os Tipos de Materiais utilizados nas propostas/realizadas	228
APÊNDICE 8 - Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciências no Ensino das Ciências de acordo com o Tipos de abordagem pedagógica das atividades	229
APÊNDICE 9 - Referenciais teóricos citados nos trabalhos	230

INTERESSES INICIAIS PELO TEMA

*“ A felicidade não está no conhecimento em si,
mas na aquisição de conhecimento”
(Edgar Allan Poe)*

As primeiras lembranças que tenho da minha curiosidade por atividades experimentais remetem ao início dos anos 1990, quando eu tinha cerca de 11 anos e pedi aos meus pais um daqueles *kits* de pequeno cientista, que se chamava algo como “o pequeno químico” ou “pequeno laboratório de química”. Hoje imagino que eles devem ter estranhado esse pedido, pois afinal, no início da era de popularização dos videogames entre crianças e adolescentes, este era um pedido bem incomum. Eu me lembro que nesse *kit* havia vários frascos com reagentes, alguns tubinhos de vidro com um suporte e até mesmo um manual com dezenas de experiências. Esse deve ter sido meu primeiro contato formal com a Ciência. À época, era mais uma curiosidade que um sentimento de “vocação”, por assim dizer. Eu até gostava das aulas de Ciências na escola, mas naquele momento eu estava na 5ª série, e tinha certeza de que, quando crescesse, me formaria em uma área estritamente relacionada à matemática, já que minha mãe e meu pai eram contadores e o meu irmão mais velho estava se formando em engenharia elétrica.

Entretanto, alguns anos depois e cursando a 8ª série, o meu interesse por Ciências já tinha se tornado maior do que pela Matemática, e eu pensava em estudar algo relacionado às ciências da natureza. Acredito que isso ocorreu porque, naquele ano, eu comecei a estudar química nas aulas de Ciências, e estava gostando muito! Incentivado pelo meu irmão mais velho, resolvi prestar alguns “vestibulinhos” para escolas técnicas na região de Campinas. Foi aí que no ano seguinte escolhi fazer o curso técnico em Bioquímica na Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado (Etecap), localizada em Campinas, SP. A escola possuía uma excelente estrutura, laboratórios de química, física, biologia, microbiologia, análises clínicas... além de ótimos professores e, pelo fato de estudarmos em período integral, na própria escola já fazíamos grande parte das atividades escolares, como as pesquisas, trabalhos e relatórios de aulas práticas; também participávamos de atividades extracurriculares, como festivais literários e musicais, gincanas culturais e esportivas, grêmios estudantis,

dentre outras. Ou seja, era uma escola que nos oferecia uma formação bem completa e diversificada.

Após a formatura do ensino médio, em janeiro de 1997 iniciei meu estágio obrigatório no laboratório de microbiologia do CPQBA¹ da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), necessário para obter o diploma de técnico em bioquímica. Foi uma ótima experiência, pois foi meu primeiro contato com laboratórios de pesquisas e com pesquisadores de uma universidade.

Movido por tais experiências, somadas à influência de alguns professores e disciplinas que cursei no ensino médio, aliadas à leitura de diversas obras de divulgação científica, como as de Carl Sagan e Richard Dawkins, decidi em 1998 cursar Biologia na Unicamp.

Durante a graduação fiz algumas iniciações científica em diferentes laboratórios da Unicamp, todas elas na área de microbiologia, uma vez que eu pensava ter mais afinidade com tal área desde o meu curso técnico. Nessa época, nem pensava em ser professor, e rumava, meio que por inércia, ao destino mais comum aos que se formavam em minha área: tornar-me pesquisador.

Isso mudou no fim de 2004, quando fui contratado como professor em uma escola técnica privada de Campinas. Foi minha primeira experiência “real” como professor. Felizmente foi tranquila, já que as turmas eram pequenas e os alunos bastante interessados, embora tivessem dificuldades para entender conceitos básicos de biologia e eu também era bastante inexperiente. O problema é que a relação trabalhista funcionava com um contrato por tempo determinado a cada módulo semestral, o que não me dava segurança alguma de que as aulas se mantivessem no próximo semestre. Em busca de mais segurança financeira, enviei currículos a diversas escolas da região de Campinas, até que, no início de 2006, fui chamado para trabalhar como plantonista e professor substituto em duas escolas particulares de Campinas. Naquele mesmo ano, tive um pequeno “desvio de percurso” da minha carreira docente por ter sido aprovado no concurso da Sabesp², para trabalhar como técnico da estação de tratamento de esgoto de Itatiba, onde eu fazia análises laboratoriais da água durante o processo de tratamento de esgoto.

Apesar daquele serviço me proporcionar ganho de conhecimento e experiência profissional, o meu local de trabalho era muito insalubre, o que me

¹Centro de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas, localizado em Paulínia-SP.

² Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

motivou a tentar voltar à minha área de formação universitária. Felizmente, no início de 2007, fui aprovado no concurso público para professores da rede municipal de Vinhedo. Foi nessa rede, na qual leciono há mais de treze anos, que voltei a ter contato com as atividades práticas em ciências, agora como professor de Ciências dos anos finais do ensino fundamental.

A possibilidade de utilizar atividades práticas nas minhas aulas de ciências me trouxe uma grande motivação inicial como professor. Principalmente porque na maioria das escolas de ensino fundamental da rede municipal de Vinhedo existe um laboratório de ciências. Porém, na escola em que comecei a trabalhar, percebi logo de início que esse era um ambiente muito pouco utilizado na escola, e assim surgiram algumas dificuldades com as quais eu ainda estava aprendendo a lidar. Muitas delas estavam relacionadas à falta de materiais e reagentes no laboratório, manutenção inadequada dos equipamentos, ou mesmo à falta de hábito dos professores para utilizar este espaço, aliada à nossa indisponibilidade de tempo para o preparo de atividades práticas. Ao consultar a literatura, percebi que estes mesmos problemas eram enfrentados por outros professores da educação básica em todo o país.

Felizmente, com a revisão dos planos de carreira dos servidores municipais realizada no final do ano de 2011, juntamente com a chegada de diversos materiais e equipamentos para os laboratórios das escolas municipais, foi possível que em cada uma destas escolas um professor de ciências pudesse se dedicar melhor ao preparo das atividades práticas. Ou seja, a partir de 2012 ficou estabelecido em nosso plano de carreira que em cada unidade escolar da rede municipal de ensino haveria um professor de Ciências com uma carga horária semanal específica para se dedicar ao preparo de atividades práticas na escola, proporcional ao número de salas de aula de sua unidade escolar, o que possibilitaria um incremento significativo de tais atividades.

Entretanto, durante diferentes aulas práticas, comecei a perceber a dificuldade dos alunos para compreender e contextualizar alguns conceitos científicos mais abstratos com as atividades experimentais que realizavam no laboratório, mesmo que tivessem acabado de estudar em sala de aula aquele mesmo assunto, ou que fizéssemos uma revisão antes de iniciarmos as atividades experimentais. Acredito hoje que tal situação se deva principalmente por estarem mais acostumados àquilo que é concreto no seu cotidiano e esses conceitos científicos pouco fazem parte de seu dia-a-dia, mesmo quando buscamos contextualizar os conteúdos nas aulas de ciências. Um exemplo disso é o estudo das células, conceito fundamental para a

compreensão dos seres vivos e que foi explorado por mim em minha pesquisa de mestrado (BARBOSA, 2014).

No início de 2012 e após sete anos trabalhando como professor da educação básica, sentia que além destas questões levantadas anteriormente havia uma grande deficiência em uma parte essencial do meu material pedagógico: o livro didático. Na verdade, achava que pouca coisa havia mudado nestes livros desde o período em que eu era estudante até o período em que me tornei professor. Nessa época eu estava iniciando o meu mestrado pelo Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (Pecim) da Unicamp, quando eu e o meu orientador, o Prof. Dr. Eduardo Galembeck, decidimos verificar a abordagem de um conceito essencial no estudo de seres vivos nos anos finais do ensino fundamental: o estudo das células, abordando o histórico do descobrimento de suas estruturas e funções.

Essas e outras questões foram exploradas em minha pesquisa de mestrado e culminaram na dissertação intitulada: *Historicidade e atualidade do estudo da célula nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental* (BARBOSA, 2014). A pesquisa revelou, dentre outros aspectos, que há uma grande deficiência de conteúdos contextualizados sobre as células e sua historicidade nas coleções didáticas, razão pela qual realizamos uma extensa pesquisa bibliográfica da história do “descobrimto” das células, suas estruturas e funções, estabelecendo uma linha do tempo com diversos episódios históricos que permitiram o aumento do conhecimento sobre as células, evitando um recorte histórico-comparativo entre os cientistas que contribuíram para o avanço do conhecimento sobre células.

Concluído o mestrado, algumas questões que surgiram ao longo do curso e por conta de minhas inquietações profissionais ficaram em aberto: Como trabalhar conteúdos históricos em atividades experimentais? Como avaliar os efeitos de uma abordagem histórica na aprendizagem dos estudantes de ensino fundamental? Tais questões me levaram a aprofundar na leitura de alguns autores e esses aportes me fizeram considerar três constatações sobre o assunto: A primeira é a de que o acesso aos conteúdos históricos é bastante fragmentado e de difícil obtenção pelos professores de ensino fundamental. A segunda constatação é de que há muito pouca quantidade (e qualidade) de material disponível nos livros didáticos do ensino fundamental. Por último, mas não menos importante, é que os professores formados pelos cursos de licenciatura estariam saindo da universidade com pouca formação em

História e Filosofia das Ciências (HFC), sentindo-se pouco à vontade em trabalhar esses conteúdos em sala de aula ou em atividades experimentais.

Tendo em vista a existência destas limitações, nesta pesquisa busco contribuir para a compreensão e superação de algumas destas dificuldades presentes na prática de professores de ciências, pois vejo a HFC como uma forma de contextualizar as discussões a respeito da Natureza da Ciência (NdC) e também como uma estratégia didática para o estudo de seres vivos nos anos finais do Ensino Fundamental.

Acredito que a experimentação com uma abordagem histórica no estudo de seres vivos possa contribuir para mudar as concepções “folclóricas” ou “ingênuas” que os estudantes costumam ter sobre a ciência, nas palavras de Gil-Pérez et al. (2001). Estas concepções estão comumente associadas a um ensino de ciências basicamente reduzido à apresentação de conhecimentos já elaborados, sem lhes dar oportunidade de terem contato com outras estratégias didáticas e explorarem atividades na perspectiva de um ensino mais investigativo e contextualizado. Diante desse contexto, acredito que as aulas de ciências na educação básica devam promover discussões sobre os limites e possibilidades do conhecimento científico.

No entanto, quantos trabalhos acadêmicos já se debruçaram sobre a temática das relações entre o ensino experimental de ciências e a História e Filosofia das ciências? De que maneira o fizeram? Em quais disciplinas escolares? Quais as propostas desenvolvidas? Quais seus resultados? Enfim, há uma série de questões sobre essa produção crescente que procuramos responder, ao menos parcialmente por meio da presente tese, ao mapearmos o campo por meio de um estudo do tipo “Estado da Arte”. Acreditamos que os resultados dessa pesquisa podem fornecer subsídios para essa reflexão junto às instituições de ensino de educação básica e aos professores, para que seja possível associar a HFC de forma efetiva em suas propostas curriculares e práticas educacionais.

INTRODUÇÃO

A realização de experimentos na educação básica é considerada de um modo geral uma atividade de grande relevância para o ensino de Ciências por diversos pesquisadores da área³. Autores como Jardim e Guerra (2017) consideram que trazer para estas atividades discussões sobre as Ciências, a partir do estudo de experimentos e práticas desenvolvidas ao longo da História da Ciência, pode ser uma forma promissora de ensinar ciências, de modo a "ultrapassar a visão estruturalista e relativista para o empreendimento científico" (JARDIM; GUERRA, 2017, p. 246).

Apesar de toda a importância que tem sido atribuída à HFC no ensino de Ciências, Oliveira e Silva (2011) afirmam que poucas pesquisas sobre a História da Ciência se materializam em intervenções em sala de aula, pois grande parte dos trabalhos que as autoras analisaram se concentrou em discussões teóricas sobre as vantagens, desvantagens e discussões e possibilidades de utilizar a HFC para compreender a Natureza da Ciência. Neste mesmo contexto, Nardi e Gatti (2016) afirmam que entre 2001 e 2016 a grande maioria (87%) dos trabalhos publicados no Brasil sobre essa temática não se trata de pesquisas de natureza empírica, e que resultados semelhantes foram encontrados no âmbito internacional.

Portanto ainda são poucos os trabalhos publicados que, de fato, mostram resultados de investigações que envolvam intervenções didáticas na escola, incorporando o uso da HFC no ensino de Ciências. Como bem lembram Forato et al. (2012), os saberes produzidos pelos historiadores da ciência possuem funções distintas dos saberes voltados à escola. Silva (2013), por sua vez identifica, em alguns trabalhos de aplicação da HFC no ensino de Ciências, uma carência de integração com os aspectos práticos na sala de aula, ficando a abordagem restrita a recursos textuais. Nessa perspectiva, os experimentos clássicos seriam uma oportunidade de reviver a Ciência na prática.

A presente pesquisa, portanto, intenciona verificar, a partir de ampla revisão do tipo "Estado da Arte" em teses e dissertações em Ensino de Ciências defendidas no Brasil, no período de 1972 a 2018, como as abordagens históricas têm sido associadas à experimentação com o objetivo de promover a educação científica

³ Como exemplos podemos citar: Bassoli (2014); Borges (2002); Heering e Höttecke (2014); Santos (2017); Silva (2013), Souza et al. (2016).

em diferentes âmbitos, compreendendo também o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas ao conhecimento científico. Acreditamos que a HFC integrada ao ensino pode propiciar aos alunos uma nova visão da ciência, que esteja sujeita a críticas e reformulações, assim como pode contribuir para a própria prática pedagógica do professor.

No contexto desta pesquisa, é importante verificar as propostas apresentadas nos documentos oficiais visando à melhoria do ensino de ciências, tanto na educação básica quanto no nível superior.

Começamos por apresentar algumas habilidades e competências previstas nos objetivos gerais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino de Ciências no ensino fundamental (BRASIL, 1998, p. 33), que são:

- Identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica.
- Saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida.
- Saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
- Valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.

Dentre estes objetivos, destacamos o primeiro, o qual indica algumas competências e habilidades que podem ser alcançadas pela utilização da HFC no Ensino de Ciências. Destacamos também o terceiro objetivo, que aborda diferentes competências e habilidades relacionadas à Experimentação no Ensino de Ciências.

Em relação à formação inicial e continuada dos professores, O Ministério da Educação (MEC) promulgou as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para as licenciaturas em Física, Química e Ciências Biológicas (BRASIL, 2001). Em julho de 2015, o MEC publicou as novas DCN para as licenciaturas (BRASIL, 2015). Estas diretrizes objetivam uma educação interdisciplinar, contextualizada e focada em desenvolver habilidades e competências com os estudantes, em vez de simples transmissão de conteúdos. De acordo com Cortez e Del Pino (2018), estes

documentos valorizam e articulam conjuntamente todos os níveis e modalidades de ensino, possibilitando um ciclo educacional integralizado em suas diferentes etapas, e promovendo articulações entre a educação básica e a superior. No capítulo da base nacional comum, o parecer de 2015 do Conselho Nacional de Educação (CNE), para a formação inicial e continuada de professores da Educação Básica, já recomendava que os docentes conduzissem os estudantes em um ensino que integre os conhecimentos e o exercício da cidadania. Para isso, os estudantes precisam se conscientizar sobre as mudanças sociais fomentadas pelo progresso da ciência e da tecnologia (BRASIL, 2015). Consolidando essa perspectiva, a terceira versão deste parecer do CNE apresenta dez competências gerais como expressão dos direitos e objetivos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. Dentre essas competências, destacamos as seguintes (BRASIL, 2019, p. 14):

- Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Recentemente, após quatro anos de ampla discussão e elaboração de três diferentes versões⁴, foi homologada em dezembro de 2018 a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para todas as etapas da educação básica. O documento indica que ao concluir o ensino fundamental os alunos sejam capazes de estabelecer “relações entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade, o que significa lançar mão do conhecimento científico e tecnológico para compreender os fenômenos e conhecer o mundo, o ambiente, a dinâmica da natureza” (BRASIL, 2018, p. 343). Para o ensino médio, a BNCC propõe um aprofundamento dos conteúdos abordados no ensino fundamental adequando-os ao ensino de Física, Química e Biologia. Nesta etapa do

⁴ Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/historico> >. Acesso em 20 de junho de 2020.

ensino o documento enfatiza que a compreensão e aplicação de leis, teorias e modelos para fenômenos naturais são fundamentais para a compreensão de conceitos científicos, permitindo que os estudantes possam “investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais” (BRASIL, 2018, p. 548).

De acordo com essa perspectiva, precisamos voltar nossos olhares para as instituições de ensino superior (IES). Estas instituições, por meio do seu tripé ensino-pesquisa-extensão, assumem um compromisso social, possuindo uma responsabilidade de estreitar as relações entre a pesquisa acadêmica e os demais setores da sociedade, retornando à sociedade o saber que dela se origina, como afirma Martins (2008); o que, infelizmente, nem sempre ocorre de modo pleno e significativo. A autora defende que as universidades devem buscar a formação de um *sujeito prático*, ou seja, um sujeito que faz movimentar a história com sentido e significado e é crítico na tomada de suas decisões, sendo esta uma condição necessária para ocorrer uma maior aproximação da universidade com a sociedade.

Todos estes aspectos considerados anteriormente nos motivaram a olhar para a produção científica acadêmica vinculada a alguns temas relevantes para o Ensino de Ciências, relacionados a estes assuntos. Embora recente, sabemos que a pesquisa acadêmica e científica sobre HFC e Ensino de Ciências no Brasil tem crescido de maneira significativa nos últimos anos (GATTI; NARDI, 2016; TEIXEIRA et al. 2012), intensificando-se a partir da criação da área 46 (área de Ensino) pela CAPES, em 2000.

Entretanto há ainda muitos desafios em aproximar aspectos da História e Filosofia das Ciências da sala de aula. Este trabalho busca identificar alguns destes desafios a fim de contribuir para sua compreensão e superação, partindo da análise de teses e dissertações produzidas e defendidas no Brasil desde o início da pós-graduação em Ensino de Ciências no Brasil. Este período abarca desde 1972, ano das primeiras dissertações e teses defendidas na área, até o ano de 2018, último ano em que os registros integralmente completos na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) estão disponíveis ao público até o momento de redação deste trabalho.

Tendo em vista o contexto temático e a problemática expostos, este trabalho tem como **questão central** verificar: *Quais são as contribuições da história e filosofia das ciências a atividades de experimentação no ensino de ciências presentes em trabalhos acadêmicos (teses e dissertações) defendidos no Brasil desde o início da pós-graduação em Ensino de Ciências?*

O **objetivo geral** é identificar e analisar dissertações e teses brasileiras que realizaram práticas pedagógicas envolvendo experimentos históricos no ensino de ciências em qualquer nível educacional.

Os **objetivos específicos** podem ser assim enunciados:

- Verificar as tendências dos referenciais teóricos e metodológicos utilizados nestas pesquisas e verificar as concepções de História da Ciência e Experimentação articuladas nestes trabalhos;
- Compreender e analisar as práticas pedagógicas promovidas nas dissertações e teses referentes à temática desta tese.

A tese está estruturada em 5 capítulos: O primeiro discute, a partir da revisão da literatura, aspectos da experimentação no ensino de ciências, destacando a importância desta estratégia didática no ensino de ciências em diferentes etapas de ensino, desde a educação básica até a educação superior. O segundo capítulo aborda a História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências, discutindo suas potenciais contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. O terceiro capítulo trata dos procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, sua justificativa e seus objetivos gerais e específicos. O quarto e o quinto capítulos trazem os resultados obtidos nesta pesquisa, bem como sua análise e principais conclusões. Concluindo a tese estão as considerações finais, seguidas das referências e apêndices.

Espera-se que essa pesquisa forneça um panorama dos trabalhos realizados sobre a temática do uso da História e Filosofia das Ciências em conexão com atividades experimentais, apontando as principais tendências da produção acadêmica analisada, além de indicar suas limitações, porém, ao mesmo tempo, evidenciar suas qualidades e perspectivas de ampliação de conhecimentos. Também se espera que esta pesquisa dê oportunidade a uma maior divulgação de tais trabalhos para setores da sociedade fora do ambiente estritamente acadêmico, em especial para os profissionais da educação básica e superior.

CAPÍTULO 1

Experimentação e Ensino de Ciências

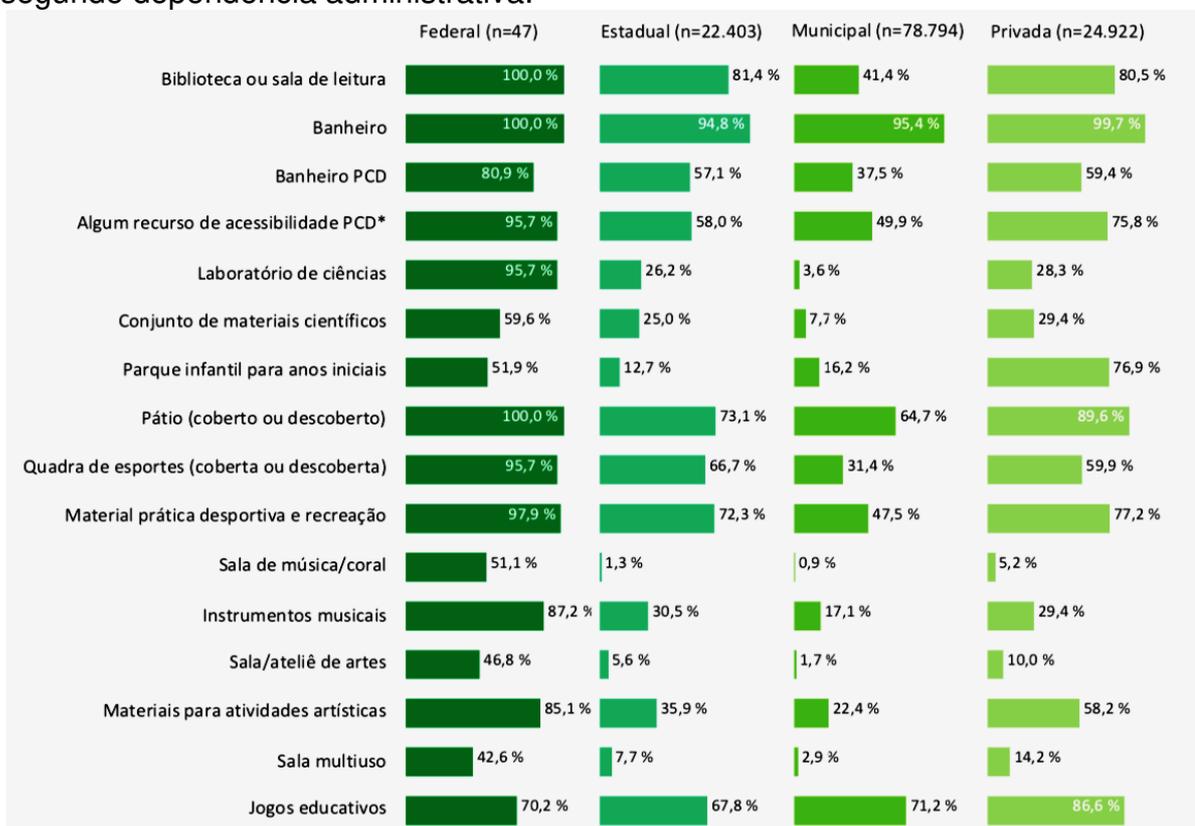
Os professores de ciências da educação básica de maneira geral acreditam que a melhoria do ensino requer a introdução de aulas práticas no currículo (BASSOLI, 2014). Segundo Hodson (1993), a concepção predominante entre educadores em ciências é de que as experiências práticas estão no coração do aprendizado científico dos estudantes. Moeed (2015) afirma que internacionalmente atividades experimentais em laboratório são consideradas um ambiente propício de aprendizado para a ciência escolar. Dessa forma, o interesse em saber programar atividades de aprendizagem é uma das necessidades formativas básicas dos professores. Mesmo aqueles professores que assumem seu ensino como uma transmissão de conhecimentos já estabelecidos consideram conveniente poder completar suas explicações com algum tipo de atividade dos estudantes (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

De acordo com Borges (2002), a importância que os professores atribuem a esse tipo de atividade se deve à popularização nas últimas décadas de ideias progressistas no pensamento educacional, tendo como ideia central que, independente do método de ensino-aprendizagem escolhido, este deve mobilizar a aprendizagem ativa do aluno, em lugar de uma postura passiva. Millar (2010) afirma que se a educação científica objetiva que os estudantes entendam como a natureza funciona, então eles precisam observar e experimentar fenômenos científicos relevantes. O autor também lembra que o principal propósito das atividades experimentais é o de conectar dois domínios do conhecimento: o domínio dos objetos e observações e o domínio das ideias.

No contexto nacional, apesar de documentos oficiais como os PCNs (BRASIL, 1998, 2000) apontarem as práticas de experimentação como indispensáveis para a melhoria da educação científica, pesquisadores como Borges (2002) e Jardim e Guerra (2017) lembram que estas práticas estão ausentes da maioria das escolas brasileiras. Para Bassoli (2014), tal situação ocorre por várias razões, como por exemplo a falta de tempo e deficiência na formação dos professores e a falta de infraestrutura na maioria das escolas. Esta autora lembra que em cenários como esse, promover atividades práticas chega a ser um ato de heroísmo, ao tentar superar os inúmeros entraves que impedem a melhoria da qualidade da educação no Brasil.

Para compreendermos melhor a falta de infraestrutura escolar na educação pública para a realização de experimentos, apresentamos os dados do Censo Escolar de 2020 do Ministério da Educação (BRASIL, 2020). Nele é possível perceber parte da realidade que acontece nas escolas em um total de 180,6 mil instituições de ensino, dentre públicas e particulares da Educação Básica. No ensino fundamental apenas 3,6% das escolas municipais possuem laboratório de Ciências, e nas estaduais apenas 26,2%. O conjunto de materiais científicos também é escasso nesse nível educacional, estando presente em somente 25% das escolas estaduais e 7,7% das escolas municipais, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1: Recursos de infraestrutura disponíveis nas escolas de ensino fundamental segundo dependência administrativa.

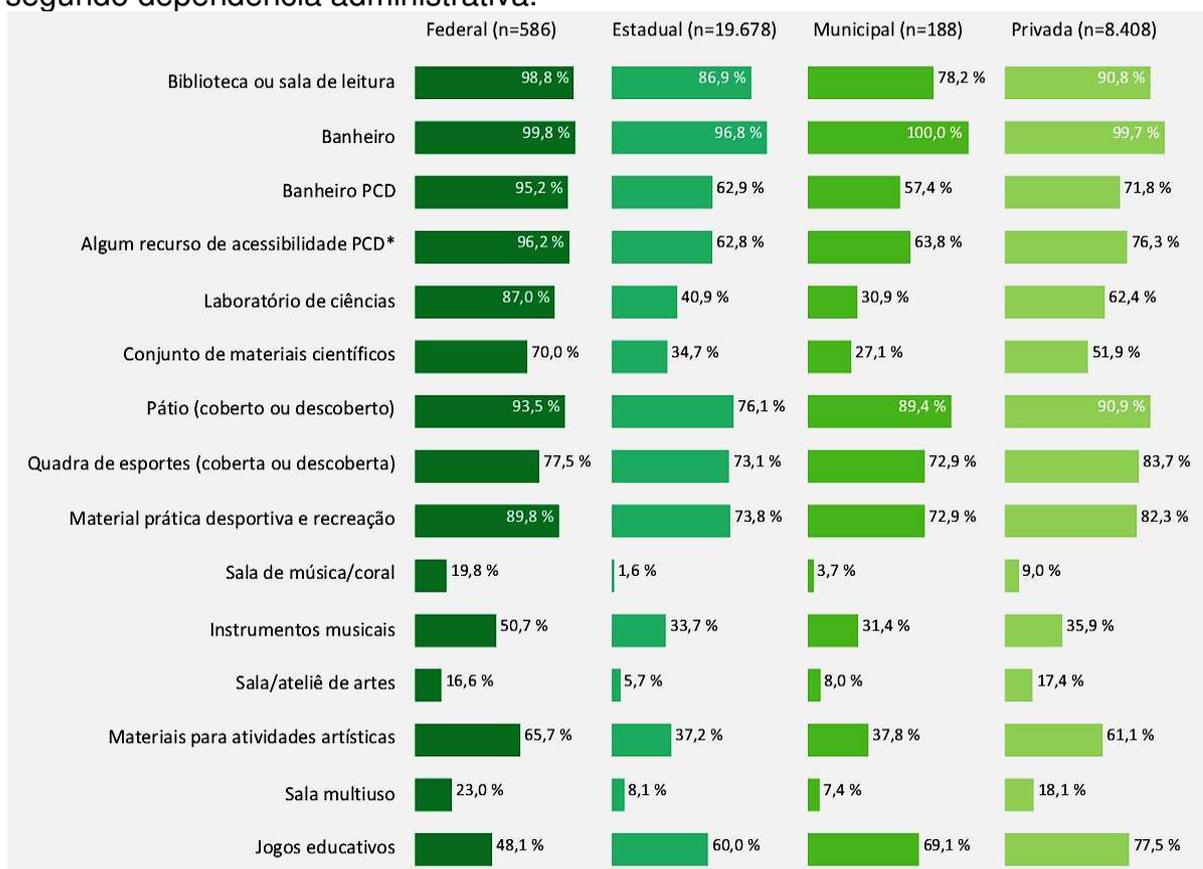


(FONTE: BRASIL, 2020, p. 72)

Ao se analisar a figura 1 pode-se verificar que as instituições de ensino federais são as que possuem a melhor infraestrutura entre as instituições públicas, superando inclusive a infraestrutura das instituições de ensino privado. Por outro lado, é preciso considerar o pequeno número destas instituições, 47 (quarenta e sete), ou seja, apenas 0,037% de um total de 126.166 instituições de ensino fundamental.

Em relação ao ensino médio a situação é um pouco melhor, porém ainda bastante aquém da ideal, pois nas escolas municipais apenas 30,9% possuem laboratório, enquanto nas escolas estaduais é 40,9%. Já o conjunto de materiais didáticos está presente em 34,7% das escolas estaduais e em 27,1% das escolas municipais, como pode se verificar na Figura 2 a seguir.

Figura 2: Recursos de infraestrutura disponíveis nas escolas de ensino médio segundo dependência administrativa.



(FONTE: BRASIL, 2020, p. 77)

Ainda no que concerne a esta situação, observa-se mais uma vez que as instituições de ensino federais possuem a melhor infraestrutura geral dentre todas as escolas de ensino médio. Entretanto, cabe ressaltar que o número de instituições federais de ensino médio (586) perfaz uma pequena porcentagem (2,03%) de um total de 28.860 escolas de ensino médio do país.

Voltando às concepções iniciais deste capítulo sobre “atividades práticas”, “atividades experimentais” ou “atividades em laboratório escolar”. Os autores Hofstein e Mamlok-Naaman (2007) afirmam que tais termos têm sido usados muitas vezes sem definição precisa, abrangendo uma ampla gama de atividades. Segundo os autores,

tais termos referem-se a experiências em ambientes escolares, onde os alunos interagem com materiais para observar e entender o mundo natural. Algumas atividades são projetadas e conduzidas para envolver os alunos individualmente, enquanto outras buscam envolver os alunos em pequenos grupos ou em grupos maiores, no caso de demonstrações. As orientações e instruções fornecidas pelo professor também variam entre aquelas que são altamente estruturadas para aquelas com problemas abertos. Esses termos também costumam incluir investigações ou projetos que são realizados por várias semanas, às vezes fora da escola, enquanto que em outras situações eles se referem a experiências com duração de menos de 20 minutos. Por fim, muitas vezes as atividades laboratoriais utilizam-se de um alto grau de instrumentação, porém em outros momentos, o uso de qualquer instrumento é evitado.

Autores como Hodson (1993) preferem classificar as atividades experimentais quanto aos seus objetivos. Ele sugere que entre as principais razões dadas pelos professores para uma atividade experimental estariam: Benefícios motivacionais, desenvolvimento de habilidades laboratoriais, desenvolvimento do conhecimento científico, aprendizado sobre o(s) métodos científico(s) e como utilizá-lo(s), e desenvolvimento de atitudes consideradas “científicas”, tais como a objetividade, desenvolvimento de uma mente aberta e disposição a mudar de opinião.

A literatura constata que o interesse dos estudantes cresce quando se pretende organizar a aprendizagem como uma construção de conhecimentos por parte destes, desenvolvendo-se os temas baseados em atividades práticas a serem realizadas pelos alunos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011). Além disso, como lembra Moeed (2015), muitos professores e estudantes consideram as atividades experimentais como sendo mais interessantes e menos enfadonhas do que a sala de aula tradicional, por poderem interagir entre eles e com objetos e instrumentos.

Em um contexto escolar, uma das principais maneiras de se conseguir essas interações ocorre durante atividades experimentais (GASPAR, 2014). A ciência moderna inclui a experimentação como etapa frequente em suas elaborações, e a compreensão da lógica da experimentação é imprescindível para entender os “processos das ciências experimentais”, de maneira que o ensino de ciências possa realmente contribuir para os objetivos mais elevados da educação (BIZZO, 2009). Em geral, estudantes e professores sabem que equipamentos e técnicas de trabalho complexos fazem parte de qualquer ciência avançada. Porém, é necessário evitar que

a imagem popular de laboratórios cheios de instrumentos complicados interfira negativamente no aprendizado de ciências na escola e no próprio conceito de pesquisa científica (MARTINS, 2009). Tal imagem deturpa e atrapalha a popularização da ciência, pois diversas produções científicas ocorreram sem a utilização de instrumentos caros ou complicados, ou mesmo sem a utilização de instrumento laboratorial algum.

Conforme lembra Martins (2009), quando pensamos sobre o ensino de ciências, costumamos apenas refletir sobre os conteúdos que são aprendidos, mas não sobre os procedimentos de pesquisa que levaram ao estabelecimento desses conhecimentos. E essa constatação pode ser generalizada para o ensino das outras disciplinas que constituem as ciências. Ao se estudar apenas as produções científicas, sejam elas de grande impacto ou nem tanto, constrói-se com os estudantes uma visão inadequada sobre a Natureza da Ciência, pois a ciência não é apenas um conjunto de resultados, mas antes, um processo social de construção de conhecimentos, no qual novos achados podem tardar anos ou até décadas para ocorrerem, envolvendo muitos cientistas ao longo deste processo. Por isso é importante que os estudantes aprendam e compreendam as metodologias de pesquisa, e introduzir na prática educacional a reflexão sobre os instrumentos e técnicas utilizados na ciência é um dos modos de se apresentar uma visão mais adequada sobre a natureza do conhecimento científico (MARTINS, 2009).

Segundo Bizzo (2012), nos últimos anos tem ganhado força um movimento que propõe ao ensino de Ciências um objetivo essencial de ensinar a Natureza da Ciência (do inglês *Nature of Science*). Assim, por meio de contextos concretos, os estudantes podem aprender que o conhecimento científico é inacabado, subjetivo, dependente do contexto cultural e social e que envolve inferências, imaginação e criatividade. Para o autor, não se trata de aplicar um suposto “método científico” nas atividades práticas com os estudantes, mas de propor atividades “nas quais os métodos da Ciência sejam utilizados, permitindo desenvolver uma compreensão mais precisa do significado de seus diferentes componentes” (BIZZO, 2012, p. 167).

Em vista disso, ao longo das aulas é essencial que os professores de Ciências proporcionem aos alunos uma compreensão da natureza e dos objetivos das atividades experimentais, para evitar que ocorram equívocos entre os alunos sobre o papel dos experimentos na construção do conhecimento científico. Para Hodson (1993) alguns desses equívocos são de que todo conhecimento científico se origina

da experimentação, ou de que experimentos fornecem dados objetivos, confiáveis e independentes de teorias, ou mesmo que os cientistas podem estabelecer “verdades” por meio de experimentos decisivos.

De acordo com Silva (2013), a experimentação no ensino de Ciências pode possibilitar o aprendizado da ciência através da realização de possíveis percursos de cientistas e enfrentando os mesmos obstáculos que eles enfrentaram. Para isso, parte-se do pressuposto que os alunos possuam capacidades intelectuais similares às dos cientistas, e que os permitam encontrar soluções parecidas aos problemas que os cientistas enfrentaram. Dessa forma, os alunos se sentem importantes e motivados, algo bastante positivo para sua autoestima e para a aprendizagem de aspectos da NdC, e conseqüentemente os alunos vão "deixando de enxergar os cientistas como 'gênios', isto é, seres absolutamente incomuns e distantes da realidade" (SANTOS, 2013, p. 13).

Dentro desse contexto, a escola possui um papel fundamental de identificar e selecionar um conjunto de conhecimentos humanos, produzidos historicamente, considerados fundamentais para compor as atividades educacionais, realizáveis no espaço escolar. É também papel da escola o discernimento quanto à melhor forma de efetivação dessas atividades, o que depende das especificidades dos saberes que se pretende ensinar, das condições gerais da escola e do trabalho, das características dos estudantes, e dos processos pelos quais se pode realizar o ensino-aprendizagem. Portanto, o ensino de ciências não pode estar apoiado simplesmente em seus campos do saber específicos (Física, Química, Biologia, Geociências ou Astronomia por exemplo), mas também nos campos da psicologia, antropologia, filosofia, etc. (CAMILLO; MATTOS, 2014).

Para Gaspar (2014), a realização de uma atividade experimental pelos estudantes sobre um determinado conteúdo só propicia a aprendizagem de tal conteúdo se os estudantes contarem com a orientação de alguém que domine esse conteúdo e que oriente a realização da atividade prática ao longo de todas as suas etapas, tais como a elaboração de seus objetivos e fundamentação teórica, a montagem e realização do experimento, a obtenção e análise dos resultados e a apresentação das conclusões. Segundo o autor, as interações sociais com alunos nas quais participem um professor que domine cognitivamente o conteúdo que é o objeto de ensino dessa interação, são o princípio básico de uma pedagogia orientada pela teoria do psicólogo russo Lev Vigotsky.

Em seu livro "A formação social da mente", Vigotsky (2007) enfatizou o significado da interação social e cultural no desenvolvimento da aprendizagem mediada⁵. Segundo sua teoria, o desenvolvimento cognitivo envolve processos biológicos e sociais nos quais os seres humanos constroem significado através de interações entre si. Na sociedade, este desenvolvimento é mediado entre os pares através da manipulação de instrumentos (ou ferramentas) psicológicas e culturais. Para Vigotsky, no conjunto de aquisições da cultura, são os diferentes instrumentos e técnicas (incluindo as tecnologias) que o ser humano assimila e orienta para si mesmo, para influenciar suas próprias funções mentais. Assim, existe toda uma variedade de instrumentos culturais que, orientados ao próprio homem, podem ser utilizados para controlar, coordenar, desenvolver suas próprias capacidades. Todos estes instrumentos são prolongamentos e amplificadores das capacidades humanas (VIGOTSKY, 2007).

A linguagem desempenha um papel fundamental na fixação da memória e, para Vigotsky, o fato de o ser humano ser capaz de utilizar signos e/ou objetos como elementos mnemônicos é o que diferencia a memória humana da memória de outros animais. Através do uso da linguagem, o homem conseguiu dominar a sua própria atenção. Diferente de outros animais, o homem não precisa visualizar certos objetos e/ou instrumentos para prestar atenção neles, já que, pelo uso da fala, a criança "cria um campo temporal que lhe é tão perceptível quanto o visual", e dessa forma pode perceber mudanças no seu presente baseada em suas experiências passadas e "pode agir no presente com a perspectiva do futuro" (VIGOTSKI, 2007, p. 28).

Segundo Vigotsky, essa tarefa não é possível em outros animais, mesmo os grandes primatas como os chimpanzés, gorilas e orangotangos, que são os mais evolutivamente próximos do ser humano, precisam dos objetos e instrumentos à vista para prestarem atenção neles. Já a criança "pode facilmente superar essa situação controlando sua atenção, e conseqüentemente, reorganizando seu campo perceptivo" (VIGOTSKI, 2007, p. 28). Ou, em outras palavras, os animais precisam ver os objetos para prestarem atenção neles, já as crianças devem prestar atenção para poder ver.

⁵ A aprendizagem mediada é a aquisição de conhecimentos realizada por meio de um elo entre o ser humano e o ambiente. Segundo Vigotsky, há dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos - representações mentais que substituem objetos do mundo real. Para ele, o desenvolvimento dessas representações se dá principalmente pelas interações, que levam ao aprendizado.

Dentro desse contexto, Santos (2017) afirma que desde o seu nascimento as crianças interagem ativamente com os adultos, os quais procuram incorporá-las à sua cultura, com seus significados historicamente acumulados. Inicialmente, as ações das crianças são orientadas por processos mais elementares, de origem biológica, mas progressivamente processos mais complexos começam a ser desenvolvidos nas crianças pela mediação dos adultos. No contexto do ensino escolar, os adultos que realizam principalmente essa mediação são os professores. O professor é o mediador entre a criança e o mundo, um descobridor da Zona de Desenvolvimento Potencial do aluno, que o ajuda a interagir com os outros e consigo mesmo, e assim atingir seu potencial.

Acreditamos, assim como Santos (2017), que as interações realizadas durante as atividades escolares podem elevar o desenvolvimento de funções psicológicas superiores nos estudantes, tais como atenção, memória, imaginação, pensamento abstrato e linguagem. Segundo a autora, em uma aprendizagem escolar formal o desenvolvimento dessas funções vai a patamares além dos alcançados com a aprendizagem informal.

Segundo Gaspar (2014), na visão de Vigotsky o processo de aprendizagem resulta essencialmente de cooperação, ensino e imitação: o aluno pode aprender se contar com a cooperação do professor ou de um colega “mais capaz” ou experiente que o ensine. Dessa forma, o autor defende que a colaboração do professor não é essencial apenas para que o aluno aprenda um determinado conteúdo de Ciências, mas para que conheça o modo como se realiza a prática experimental desse campo do conhecimento. É necessário que o professor e os estudantes dialoguem durante o processo de ensino-aprendizagem. Também é preciso que os estudantes trabalhem em grupos, para que aqueles mais experientes possam auxiliar os outros.

A ciência é uma atividade social (HEERING; HOTTECKE, 2014). E a investigação científica é uma atividade em que os problemas de validação de novos conhecimentos produzidos não podem ser resolvidos por um único cientista em seu laboratório de pesquisa. Em vez disso, devem submeter esse conhecimento a seus pares, de modo que estes possam criticá-lo, debatê-lo ou mesmo revisá-lo. Essa visão sociocultural da ciência é compatível com uma perspectiva Vigostkyana do processo de ensino e aprendizagem, a qual enfatiza o contexto social do desenvolvimento cognitivo.

Nesse contexto, Forato et al. (2011) defendem que durante as atividades experimentais os alunos possam refletir sobre a dimensão cultural e temporal da ciência, uma vez que as práticas científicas mudam ao longo do tempo e diferem nas diversas áreas da Ciência. Segundo os autores, isso favoreceria a compreensão do caráter dinâmico da construção da ciência e com isso, da própria Natureza da Ciência.

Estudos sobre instrumentos científicos têm revelado que estes podem servir a uma variedade de propósitos dentro da prática científica (HEERING, 2011; HODSON, 1993; MARTINS, 2009). Por exemplo, tais instrumentos podem ser utilizados para produzir ou investigar fenômenos; verificar outros instrumentos; determinar constantes naturais; analisar os aspectos de artefatos técnicos; dentre outros. No entanto, também podem apresentar diferentes propósitos, que muitas vezes são esquecidos, como o de ser usados na educação científica para familiarizar os estudantes com as práticas em um campo da ciência, ou, em um nível mais geral, produzir dados que permitam aos estudantes conhecerem fenômenos ou melhorar a sua capacidade de perceberem certos detalhes, além de poderem servir a propósitos motivacionais (HEERING, 2011).

Santos (2012) afirma que as atividades experimentais despertam grande interesse dos pesquisadores em Ensino de Ciências, o que é comprovado pela expressiva quantidade de publicações a respeito e pela diversidade nos enfoques abordados. Porém, alerta para o fato de que a adoção de atividades experimentais por si só não garante melhora significativa na qualidade das aulas de Ciências e que é preciso refletir sobre o que está sendo feito, pois, caso contrário, a atividade pode tornar-se “cansativa e enfadonha, além de apresentar o risco de transmitir uma visão deformada e empobrecida da atividade científica” (SANTOS, 2012, p. 31).

Autores como Borges (2002) e Cavicchi (2009) acreditam que as atividades experimentais devem ser estruturadas como investigações ou problemas práticos mais abertos, os quais os alunos resolvem sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor. Como lembra Bassoli (2014), a ideia de ensino por investigação se modificou em função das necessidades políticas, econômicas e sociais pelas quais a sociedade passou ao longo do tempo e que, apesar de não haver um consenso acerca do que são essas atividades investigativas, há uma convergência entre as diversas concepções de que nestas atividades a problematização deve servir como propulsora da investigação e da perspectiva de aproximar a atividade dos cientistas ao ensino de ciências. Segundo a

autora, as atividades práticas investigativas situam-se no contexto do ensino por investigação, baseando-se imprescindivelmente na experimentação.

Entretanto, como lembram Jardim e Guerra (2017) deve-se ter cuidado com excessos ao se utilizar investigações abertas em atividades experimentais, sob o risco de ilustrarem uma imagem de “ciência fácil”, na qual obter um resultado correto do ponto de vista científico não possui importância alguma. Alguns autores⁶ relatam a ineficiência de experiências práticas sem uma orientação clara, e atentam para a importância da interação com os alunos sob a supervisão ou autoridade do professor. Ou seja, a realização de uma atividade experimental por um grupo de alunos sobre um determinado conteúdo só possibilita a aprendizagem desse conteúdo se esse grupo contar com a colaboração de alguém que domine o conteúdo e oriente a realização da atividade em todas as suas etapas (GASPAR, 2014).

Segundo Moeed (2015), o laboratório possui um papel importante nas escolas de ensino fundamental. De acordo com pesquisa realizada pelo autor com estudantes de ensino fundamental em seis diferentes países, os jovens inicialmente se sentem mais confortáveis quando as atividades experimentais são de alguma maneira guiadas pelo professor, em vez de serem do tipo investigações totalmente abertas. Segundo o autor, isto contradiz algumas pesquisas que afirmam que os alunos desejam uma maior autonomia e controle ao fazerem estas atividades. O autor ainda afirma que os estudantes também desejavam trabalhar entre seus pares, ter os equipamentos facilmente disponíveis e em boas condições de funcionamento, e se sentiam frustrados quando não tinham todos os materiais disponíveis. Por fim, ressalta que os alunos gostaram e pareceram ter aprendido mais quando realizaram uma série de atividades curtas, em vez de fazer uma única investigação por uma hora inteira.

Evidentemente, atividades experimentais em seu formato tradicional, com um roteiro fechado de etapas a serem realizadas, e que servem somente para comprovar aquilo que foi ensinado em sala de aula, já não são mais adequadas ao ensino atual, e talvez nunca tenham sido em tempo algum no ensino escolar. Em vista disso, Kipnis (1996) propõe um meio termo entre um roteiro altamente estruturado e os experimentos em aberto, no qual chama de experimentos “investigativos”. Nestes, os estudantes possuem liberdade suficiente, mas com objetivos finais de produzirem resultados relevantes à investigação proposta pelo professor.

⁶ Millar (2010); Jardim e Guerra (2017); Kipnis (1996), Gaspar (2014).

Dessa forma, recomenda-se que o professor proporcione oportunidades aos alunos de maneira que eles possam fazer observações, testar suas ideias, coletar evidências e construir conclusões com base nelas. Esse pode ser um complemento ao modelo no qual se espera que o aluno realize apenas deduções a partir de elementos fornecidos pelo professor ou pelos materiais didáticos (BIZZO, 2009). Os experimentos nas aulas de ciências no Ensino Fundamental não deveriam se resumir a alguns poucos momentos durante o ano. Eles precisam fazer parte das atividades rotineiras das aulas, mesmo se não houver um espaço físico adequado, como um laboratório didático, embora, como lembra Millar (2010) em grande parte das escolas as atividades experimentais ocorrem dentro do laboratório, pela sua praticidade, conveniência e segurança para os professores e alunos. Pois como ressalta Krasilchik (2008, p. 123), “O ensino poderá ser tanto mais eficiente quanto melhores forem as instalações e o material disponíveis, sendo um direito e um dever dos docentes pleitear e lutar pela conquista de instrumentos que lhes permitam trabalhar melhor”.

Por isso mesmo, é imprescindível ressaltar que um mínimo de condições estruturais deve ser oferecido aos professores de Ciências (e obviamente, a todos os profissionais da educação pública) para que eles possam realizar atividades experimentais no ambiente escolar, sob o risco de naturalizar condições precárias em que muitas vezes ocorrem estas atividades e, de uma certa maneira, desobrigando o Estado de seu papel essencial no sistema escolar. Nesse sentido, somos contra a ideia de que os professores devam se esforçar para fazerem suas experiências com os alunos improvisando com quaisquer materiais que eles tiverem disponíveis à mão, sem se importarem de terem um mínimo de tempo disponível, qualidade e estrutura em seu ambiente de trabalho, justamente para não se naturalizar o discurso que responsabiliza o professor pelo sucesso ou não da utilização dos laboratórios de maneira eficiente (PEREIRA; MANDACARI, 2018).

Para Hodson (1985), as atividades práticas são valiosas no ensino de Ciências por possibilitarem uma aprendizagem ativa, mas isso não significa que devam ser necessariamente realizadas em laboratório. Ou seja, nem todo trabalho prático na ciência escolar é trabalho de laboratório, e nem todo trabalho de laboratório pode ser classificado como experimento. Porém se o trabalho experimental for utilizado para se adquirir novos conhecimentos, então é importante que algumas condições sejam atendidas, tais como os experimentos se concentrem em conceitos teóricos centrais e nas relações conceituais; que estes experimentos estejam dentro

das capacidades práticas dos estudantes e “funcionem” com sucesso; que um número limitado de conclusões seja possível a partir dos dados experimentais, e que o professor forneça a estrutura conceitual para os estudantes interpretarem os experimentos.

Hofstein e Mamlok-Naaman (2007) afirmam que muitos estudos têm sido conduzidos para investigar a efetividade das atividades experimentais em facilitar a consecução dos objetivos cognitivos, afetivos e práticos na educação científica. Esses estudos mostram que em geral, apesar do laboratório de ciências possuir um papel crucial na educação científica, as pesquisas têm falhado em demonstrar a relação entre as experiências de laboratório e o aprendizado dos estudantes. Para Kipnis (1996) uma aprendizagem significativa é possível no laboratório desde que seja dada oportunidade aos estudantes de manipularem equipamentos e materiais de modo a serem capazes de construir seu conhecimento dos fenômenos e conceitos científicos.

Certamente a experimentação não é o único meio de desenvolver as habilidades cognitivas nos alunos, porém ela pode ser extremamente proveitosa de um ponto de vista educacional. Segundo Força et al. (2011) os benefícios do uso de atividades práticas, relatados por professores de Física do ensino médio que utilizam regularmente esse recurso de ensino, são variados e não estão restritos ao desenvolvimento intelectual dos alunos. Além de maior facilidade de lembrar os conteúdos, as atividades experimentais, quando realizadas com sucesso, trazem uma sensação de realização ao final das atividades, tornam mais fácil transferir para outras situações o que foi desenvolvido e aprendido; permitem atingir através de uma metodologia ativa os alunos que mostram pouca afinidade pelas atividades escolares tradicionais e/ou que apresentam dificuldades de aprendizagem através da metodologia tradicional; além de trazerem diversão e interações sociais positivas aos alunos e também ao professor.

As atividades práticas contextualizadas no ensino de ciências favorecem a formação do cidadão, apresentando ao estudante uma concepção de ciência como uma atividade humana em construção, que leva em conta o papel social da ciência.

Experimentar é, antes de tudo, identificar problemas e elaborar formas de abordá-los e superá-los. Cavicchi (2009) afirma que, ao se conduzir atividades experimentais, não se deve pretender a obtenção de respostas pelos alunos, mas sim que estes construam o conhecimento através da exploração e da abertura de possibilidades de desenvolvimento e compreensão. Trata-se, como lembram Praia,

Gil-Pérez e Vilches (2007, p. 150), de “compreender a importância prática, para o ensino e para a aprendizagem, do que os estudos e investigações realizadas no passado mostraram, e poder tirar um maior proveito desses mesmos estudos, levando-nos a perceber que é isso que queremos potencializar no trabalho dos nossos alunos e alunas”. Portanto, uma aprendizagem significativa e duradoura é facilitada pela participação dos estudantes na construção de conhecimentos científicos e pela sua familiarização com as estratégias e atitudes científicas.

Todos estes aspectos da experimentação no ensino de ciências nos conduzem a alguns questionamentos relacionados ao tema geral desta tese: Quais concepções de História e Filosofia da Ciência permeiam as dissertações e teses analisadas? Alguma(s) delas têm maior ou menor consonância às perspectivas atuais de História e Filosofia da Ciência? Partimos então para o segundo capítulo deste texto, trazendo uma discussão sobre os papéis e a relevância da História e Filosofia da Ciência no ensino de Ciências.

CAPÍTULO 2

História e Filosofia das Ciências e Ensino de Ciências: papéis e relevância

Segundo Okasha (2002), em universidades e escolas do Brasil e em diversos outros países, é comum que a ciência seja ensinada de uma forma a-histórica. Isso ocorre porque geralmente os livros-texto apresentam as ideias centrais de uma determinada disciplina científica da maneira que lhes for mais conveniente, com poucas menções aos longos, e por vezes tortuosos, processos históricos que permitiram chegar até aqueles conhecimentos. Para o autor isso pode até fazer sentido do ponto de vista de estratégia pedagógica, mas conhecer um pouco a história das ideias científicas é necessário para entender não apenas as questões que interessam aos filósofos e historiadores da ciência, mas também por razões educacionais. O autor afirma que uma das principais questões da História e Filosofia da Ciência (HFC) é entender como técnicas como experimentação, observação e a elaboração de teorias permitiram aos cientistas desvendar tantos “segredos” da natureza.

Pandora e Rader (2008) afirmam que a história da ciência é muito mais do que somente a história dos grandes cientistas. É também a história do que a "ciência" e a “natureza” significam, ou significaram para cada um de nós. Ainda assim, a comunidade científica desprezou por muitas gerações a importância daquilo que acontece fora dos “templos da ciência”, geralmente preferindo delegar o contato com o público em geral para outras pessoas, por considerarem este contato de pouco valor para os profissionais da ciência. Infelizmente, a pouca preocupação com atividades que envolvam o público não-acadêmico ainda é comum na atualidade em muitas instituições de ensino e pesquisa no Brasil e no mundo.

Ainda assim pode-se questionar: Por que os cientistas deveriam estudar a história da ciência? Maienschein (2008) sugere alguns motivos para esse questionamento: *Auto-aperfeiçoamento*, iluminando a ciência e tornando-a melhor. *Eficiência*, evitando e aprendendo com os erros do passado. *Perspectiva*, fornecendo julgamento e clareza e, portanto, tornando a ciência melhor. E por fim a *Educação*, melhorando a compreensão pública da ciência. Portanto, o trabalho dos historiadores da ciência é crucial para os cientistas profissionais, e as ferramentas da história da ciência oferecem um meio insubstituível para elucidar a dinâmica em que as questões da ciência se enredam com a população em geral (PANDORA; RADER, 2008).

Segundo Forato et al. (2011), um número crescente de pesquisas tem defendido inserir conteúdos *sobre* as diferentes áreas da Ciência na educação básica, podendo contribuir para o desenvolvimento das competências necessárias à formação do cidadão do século 21, sem que isso cause prejuízo da educação *em* Ciências, ou seja, esses conteúdos seriam agregados aos conteúdos específicos. Os autores sugerem que entre as diferentes abordagens sobre a ciência, tais como suas questões sociais, metodológicas, econômicas, políticas e ambientais, o uso da HFC no ensino de Ciências vem sendo recomendado como uma estratégia pedagógica adequada para discutir certas características da Natureza da Ciência (NdC).

De acordo com Bejarano et al. (2019, p. 968), a NdC pode ser compreendida como “um conjunto de saberes ou olhares metateóricos que trata dos vários aspectos da atividade científica, seja do ponto de vista internalista (seus métodos e suas teorias), seja em seu caráter eminentemente cultural e social”. Nesse sentido, a HFC tem sido amplamente considerada como adequada para atingir vários propósitos na formação científica básica, por exemplo: “a compreensão da construção sócio-histórica do conhecimento, da dimensão humana da ciência e, especialmente, promover o entendimento de aspectos da NdC” (FORATO et al. 2011, p. 29).

Vários autores indicam que um conhecimento básico sobre a NdC é considerado um pilar da alfabetização científica de adultos (BEJARANO et al. 2019; GARCÍA-CARMONA, 2018; MATTHEWS, 2015). Nos últimos 20 anos surgiram diferentes iniciativas e projetos em vários países, que de modo geral possuem entre os seus objetivos principais o de propor que os cidadãos se interessem mais por ciências, e que interajam de forma mais ativa e crítica com as diferentes pessoas e instituições que promovem o desenvolvimento científico. Nesse sentido, Bejarano et al. (2019, p. 968) afirmam que uma pessoa cientificamente alfabetizada “não é somente alguém que sabe conteúdos da ciência, mas também e, sobretudo, que sabe sobre sua natureza (produção, evolução, avaliação, difusão, relações com o contexto)”. Porém, como lembra García-Carmona (2018) a literatura mostra que nem os estudantes nem os professores possuem uma compreensão bem embasada sobre este assunto. Dada esta situação, é necessário incentivar propostas de ensino que introduzam noções de NdC desde os primeiros anos da educação básica.

O mesmo autor defende que este ensino pode ser planejado e integrado com outros conteúdos, de forma independente de outros conteúdos ou por uma combinação destas duas estratégias. De toda forma, a introdução da NdC no currículo

de ciências pode estimular os professores a lidar com este tema em suas aulas sem alterar significativamente a sua atenção para os conteúdos que ensinam comumente.

Entretanto como lembra Boss (2016), a formação inicial e continuada dos professores de ciências da educação básica não tem conseguido acompanhar estas mudanças de postura frente aos processos de ensino e aprendizagem. Persistem, entre os docentes e nos materiais didáticos pré-concepções sobre a ciência e os seus elementos, que ainda são abordados como algo pronto e finalizado, e raramente se considera trabalhar a construção e integração da ciência com outras áreas do conhecimento. Portanto ainda permanece na educação básica uma visão da Ciência dogmática, descontextualizada e a-histórica.

Algumas das maiores dificuldades no aprendizado de Ciências pelos alunos decorrem justamente do excesso de uso do senso comum, atrapalhando o entendimento de conceitos científicos fundamentais. Segundo Gaspar (2014) é justamente no ambiente escolar que o aluno começa a ter conflitos de transição entre o conhecimento derivado do senso comum (o autor os chama de "conceitos espontâneos") e o conhecimento científico, e que muitas vezes esses conflitos persistem por muitos anos na mente dos alunos, até mesmo na faculdade. Martins (2005) acredita que parte desse problema se relaciona a uma introdução tardia na escola de alguns conceitos científicos, pois somente nos livros de 6º ao 9º ano do ensino fundamental é que encontramos uma discussão mais abrangente acerca de aspectos da NdC e da atividade científica (MARTINS, 2005, p. 38). Um exemplo disso é o conceito de Célula, essencial para o estudo dos seres vivos. De acordo com Clément (2007), este conceito não é construído pelas crianças em suas observações diárias, mas sim posteriormente na escola, quando as primeiras imagens de células que lhes são apresentadas as ajudarão a estruturar a sua concepção.

Del Pino e Strack (2012) afirmam que os currículos tradicionais enfatizam aspectos formais das Ciências Naturais. Ou seja, são estruturados apresentando um número excessivo de conceitos fundamentais, cuja inter-relação é dificilmente percebida pelos alunos, contribuindo para transformar a cultura da ciência escolar em algo desvinculado de suas origens científicas e de qualquer contexto social ou tecnológico. Afirmam também que "o ensino tradicional deixa de lado os fenômenos reais. É uma ciência de quadro-negro, na qual tudo é possível" (DEL PINO; STRACK, 2012, p.11). Segundo os autores, os conteúdos fundamentais permeiam os temas estruturantes e possibilitam aos estudantes fazerem conexões entre os conceitos e

fenômenos. Portanto, não podem ser trabalhados de maneira isolada, mas, sim, inter-relacionados, permitindo aos estudantes desenvolver habilidades e competências que se tornam mais complexas à medida que avançam em seus estudos na escola.

Silva et al. (2008) afirmam que a HFC pode ser uma ferramenta importante para mudança deste quadro, ao apresentar a ciência como um processo de mudanças contínuas, que envolve pessoas comuns, contextos concretos, debates, e não como um conjunto de resultados, geralmente imutáveis. Os autores acreditam que seu uso pode permitir ao aluno adquirir uma visão mais abrangente e integrada do conteúdo, assim como da ciência contemporânea. Também acreditam que o uso da HFC enriquece e torna as aulas mais estimulantes, podendo ser um elemento de contextualização dos conteúdos trabalhados e de articulação entre as diferentes disciplinas escolares.

Para Krasilchik (2008), o conhecimento de HFC serve de instrumento para os jovens compreenderem como os achados científicos contribuíram para a melhoria da qualidade de vida e o progresso da humanidade. Isso ocorre porque uma análise histórica permite aos estudantes compreenderem os efeitos benéficos ou não da ciência e tecnologia na vida moderna. Além disso, o progresso científico e tecnológico recente tem levantado problemas éticos e sociais, que devem ser relacionados às visões de mundo que guiaram os processos das produções científicas e suas utilizações. Segundo a autora, isso justifica a introdução de HFC na preparação dos jovens para a cidadania, os auxiliando até mesmo na tomada de decisões relacionadas aos rumos da própria ciência.

Oliveira e Silva (2011) recomendam a inclusão da HFC para o ensino de ciências na formação inicial e continuada dos professores de ciências, na medida em que proporciona o desenvolvimento do pensamento crítico dos atuais e futuros professores ao lhes permitir uma melhor compreensão do conhecimento científico, assim como da NdC. Segundo os autores, conhecer alguns dos pressupostos da historiografia da ciência pode auxiliar os professores nos usos da HFC, permitindo-lhes uma leitura mais crítica das narrativas históricas presentes no ensino de ciências, e evitando que contribuam para difundir visões distorcidas da HFC no ensino.

A HFC pode ser usada para contextualizar e refletir criticamente sobre como os cientistas de diferentes períodos históricos enfrentaram os desafios em suas pesquisas, qual foi o papel que a comunidade científica teve na construção dos conceitos científicos, e qual foi a influência que os contextos políticos, culturais, sociais

e econômicos tiveram em diferentes momentos da história da ciência. Dessa forma, o uso de HFC permite uma abordagem interligada de questões sociais, epistemológicas e ontológicas da ciência, favorecendo a compreensão de aspectos epistêmicos e não-epistêmicos da NdC (GARCIA-CARMONA, 2018).

Dentre estes aspectos, Garcia-Carmona (2018) destaca alguns. O primeiro é fazer uma abordagem didática da narrativa histórica, selecionando e resumindo trechos e fatos históricos, mas evitando resultar em uma pseudo-história. O segundo seria evitar a construção de uma imagem mítica ou idealizada da ciência e dos cientistas. Em terceiro, não omitir as falhas e erros dos cientistas. Em quarto, incorporar as próprias expressões utilizadas pelos cientistas de modo a enfatizar o lado humano da ciência e ilustrar aspectos da NdC. Por fim, o quinto aspecto, não fazer uma interpretação anacrônica do passado, transmitindo o falso entendimento de que a Ciência está em progresso linear e cumulativo, quando deveria mostrá-la como parte do contexto social e histórico do momento.

Apesar dos autores supracitados e outros pesquisadores mencionarem a importância e a relevância da HFC para o ensino de ciências em diversos níveis educacionais⁷, ainda é pequena a presença desses conteúdos nas escolas. Estas mesmas pesquisas indicam que a HFC pode ser um instrumento importante ao professor em sala de aula, o qual, utilizando-se de fontes adequadas e atualizadas, pode promover entre os seus alunos uma visão mais crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico.

Nesse sentido, autores como Beltran (2011) e Martins (2006) lembram que os maiores problemas encontrados pelos professores, ao buscarem introduzir nas aulas um pouco de HFC, é que, quando esta é abordada nos livros didáticos que servem de base para suas aulas, aparece de forma separada do conteúdo, apresentando pequenas biografias daqueles que foram considerados os “grandes gênios da ciência”, ou então a HFC é concebida como uma coleção de curiosidades científicas, utilizadas como fonte de exemplos⁸.

⁷ Como exemplos, podem ser citados: Beltran (2011); Bizzo (2012); Carvalho e Gil Pérez (2011); Clément (2007); Gooday (2008); Leite (2002); Martins (2006 e 2009); Matthews (2015); Pessoa Jr. (1996); Prestes (2009).

⁸ Constatei estes mesmos problemas em minha pesquisa de mestrado (BARBOSA, 2014), quando analisei as coleções didáticas de ciências dos anos finais do ensino fundamental aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático para o período 2011-2013.

Em uma extensa revisão, os autores Heering e Höttecke (2014) discutem sobre diferentes abordagens para o ensino e aprendizagem de Ciências que estão relacionadas a uma perspectiva histórico-investigativa. Cada uma delas enfatiza diferentes aspectos do ensino, aprendizagem, atividades dos alunos, experimentação, instrumentos científicos, ou HFC em geral. Para cada abordagem, os autores discutem de um lado o papel da HFC e, do outro lado, o papel dos alunos. Com isso enfatizam que num extremo algumas abordagens focam principalmente em atividades investigativas realizadas pelos alunos, que são somente inspiradas em experimentos científicos do passado, e em outro extremo há abordagens que enfatizam o papel do contexto histórico no ensino e aprendizagem de Ciências, enquanto as próprias investigações dos alunos são guiadas pelos padrões históricos.

De maneira geral, estes autores dividem estas abordagens em 5 (cinco) categorias: A primeira delas é a das investigações históricas dentro de uma **abordagem narrativa**, que através de estudos de casos históricos buscam reconstruir ou refazer uma representação histórica de experimentos com os alunos; A segunda é a das investigações históricas iniciadas a partir de **diários de laboratório**, que utiliza manuscritos originais para fornecer uma base autêntica para a estruturação de uma compreensão conceitual e processual da Ciência; A terceira é a das investigações históricas e instrumentos da Ciência do passado, que realiza experiências com **instrumentos históricos ou reconstruídos** como uma forma de compreender a ciência como prática experimental; A quarta é das investigações históricas com **materiais modernos**, que usa o princípio de funcionamento de experimentos históricos sem o uso de materiais históricos ou réplicas. Por fim a quinta categoria é a das investigações históricas em **museus de ciências e coleções de instrumentos históricos**, que utiliza os instrumentos históricos originais objetivando permitir experiências intensivas enquanto se explora o contexto histórico em que emergiram.

Em pesquisa recente, Jardim e Guerra (2017) realizaram uma revisão bibliográfica em seis periódicos de relevância nacional para a área de ensino de Ciências, abrangendo o período entre 2001 e 2016. Nesta pesquisa os autores constataram uma consonância da produção nacional com as categorias propostas por Heering e Hottecke em 2014. Entretanto, no caso da presente tese, as categorias estabelecidas por estes autores não se mostraram claramente presentes e aplicáveis ao que encontramos em nosso *corpus* documental. Por esta razão, dentre essas categorias, detalharemos aquelas que autores como Boss et al. (2016) destacam

como relevantes para uma abordagem histórica na educação científica: os experimentos históricos. Segundo tais autores, existem duas tendências mais atuais nesse contexto. A primeira é chamada de **replicação** ou **reprodução**, se caracteriza pela reprodução fiel dos mínimos detalhes dos instrumentos dos experimentos, e tem sido praticada por um grupo de pesquisadores da Universidade de Oldenburg, na Alemanha. Já na segunda tendência os instrumentos não são reproduzidos tão meticulosamente quanto aqueles construídos em Oldenburg, porém, ainda guardam seus princípios físicos fundamentais. Essa tendência tem sido praticada por um grupo da Bakken Library and Science Museum, nos Estados Unidos da América (EUA).

A pesquisadora Elizabeth Cavicchi se destaca nessa segunda tendência, ministrando anualmente no Massachusetts Institute of Technology (MIT) desde 2005 um seminário exploratório de Ciência e História intitulado "Recriando experiências históricas: informando o futuro pelo passado", no qual recria experimentos históricos e encoraja os estudantes a serem exploradores, observando, questionando e desenvolvendo seus próprios experimentos e ideias. Como resultado desse trabalho, publicou diversos artigos com relatos sobre o potencial e a relevância da utilização destes experimentos históricos (CAVICCHI, 2006, 2009, 2013, 2014 e 2017).

Segundo Cavicchi (2017), não existe um programa pré-definido nesses seminários e seu conhecimento não é usado para traçar uma rota em direção a resultados específicos. Assim, o currículo surge através de experiências que ela e os alunos criam colaborativamente ao discutirem atividades e questões que surgem da curiosidade dos alunos. Ao responder seus questionamentos, a pesquisadora busca encorajá-los abrindo possibilidades baseadas no seu conhecimento e no da comunidade em geral apenas como recursos, e não como diretrizes. Dessa forma, em vez de aprenderem fatos e teorias, os alunos aprendem a questionar, a responder perguntas através da observação, a avaliar as respostas e, portanto, como vincular o assunto que está sendo estudado com o contexto e seu entendimento prévio.

A autora também afirma que a ciência, quando vista da perspectiva da HFC, com todas as suas nuances de incerteza e confusões em evidências e interpretações, é um recurso básico em suas aulas, tanto ao contribuir para atividades curriculares quanto para fazer uma reflexão sobre suas experiências em sala de aula. Os exemplos e os materiais históricos demonstram que a ciência possui um processo evolutivo. Essa experiência, de estar em um processo compartilhado com o passado,

é a principal motivação que ela utiliza em seus seminários ao convidar os estudantes a recriar a história, e não somente seguir procedimentos passados (CAVICCHI, 2017).

Em artigo comumente citado em pesquisas sobre HFC e ensino de ciências, o pesquisador Hasok Chang aborda uma ampla variedade de esforços na experimentação histórica, fazendo uma tipologia aproximada dos tipos de experiências históricas, que classificou em 4 categorias (CHANG, 2011, p. 320-321):

a) **replicação de experimentos históricos** propriamente ditos: é a replicação que interessa mais ao historiador da ciência e que se faz com elementos o mais próximo possível do experimento original. Ao refazer o experimento do passado, o historiador da ciência entra em contato com conhecimentos tácitos, não explicitados nos originais da época, mas que emergem da própria prática experimental. É utilizada para aprender sobre a própria História da Ciência.

b) **replicação física de experimentos históricos**: é a reprodução do fenômeno físico que foi criado nos experimentos do passado, sem precisar reunir os mesmos materiais e detalhes históricos do original, ampliando o conhecimento histórico e auxiliando na compreensão do que era possível e plausível na época em que os experimentos foram realizados. Na replicação física é esperada a utilização de materiais atuais em substituição aos que foram efetivamente usados no passado. A replicação física é a mais indicada a ser usada no Ensino de Ciências por auxiliar na compreensão de conteúdo científico atual, bem como de aspectos da Natureza da Ciência.

c) **replicação de experimentos históricos por extensão**: é a replicação que pode surgir a partir das duas anteriores. Ela estende o experimento replicado, criando experimentos novos com o objetivo de responder a problemas que emergem das observações do experimento original. Esse tipo de replicação também propicia a ampliação do conhecimento histórico, sendo útil no Ensino de Ciências, possibilitando aos estudantes a criação de novos desenhos experimentais a partir do experimento replicado.

d) **experimentos complementares à replicação histórica**: são os experimentos que levam à ampliação do conhecimento científico atual, a partir da recuperação de resultados experimentais do passado que foram esquecidos ou abandonados. Isso ocorre quando, após a replicação física, emergem outros experimentos que analisam questões novas. Além de incrementarem nosso

conhecimento sobre a natureza, os experimentos complementares também podem auxiliar na educação científica, especialmente de ensino superior.

Mais recentemente, o mesmo autor avança em alguns novos argumentos para o uso de experimentos históricos no ensino de ciências. Ele acredita que há três funções complementares principais da HFC. A primeira é aumentar a conscientização crítica, sendo uma ótima maneira de abrir a mente para novas possibilidades. A segunda função consiste na restauração de conhecimento científico perdido, pois sempre que uma revolução científica ocorre, parte do conhecimento estabelecido sob o antigo paradigma é passível de se perder. A terceira função consiste na extensão do conhecimento negligenciado que recuperamos do passado. O autor justifica que estas funções podem melhorar o próprio conhecimento científico, ao afirmar que:

[...] Se pensarmos que a ciência não está sendo apoiada adequadamente ou está se desenvolvendo de maneira a ter efeitos sociais prejudiciais em suas aplicações ou ressonâncias culturais, aprender a história da ciência facilitará a conscientização crítica, a recuperação e a extensão para ajudar a consertar as coisas. (CHANG, 2017, p. 104)

Santos (2012) afirma que o ensino de Ciências nos anos finais do ensino fundamental muitas vezes parece ser uma espécie de “primo pobre” no que se refere às pesquisas sobre suas particularidades, objetivos e possibilidades, pois são poucos os trabalhos que abordam esse nível de ensino nos principais eventos e revistas da área, quando comparados à quantidade dos que são publicados sobre o ensino médio. Além disso, o autor constata que os conteúdos de Ciências nos quatro anos finais do ensino fundamental são muitas vezes vistos como perdidos em termos de aprendizado de Ciências, já que são vistos como uma espécie de simplificação dos conteúdos do Ensino Médio, além de criarem vícios na relação do estudante com o conhecimento científico. Paradoxalmente, como o próprio autor afirma, o ensino de Ciências no nível fundamental deveria ser a base para a educação científica.

Segundo Bizzo (2012), as pesquisas sobre ensino de Biologia permitem uma aproximação com a história da ciência e a sala de aula, sendo talvez uma particularidade desta área da Ciência. A diversidade e a atualidade dos temas abordados nos currículos tornam as ideias dos estudantes objetos de investigação de professores e pesquisadores profissionais, mas também podem fornecer hipóteses de reconstrução histórica que se mostrem úteis aos próprios historiadores. Um exemplo

nesse sentido seria o de Clément (2007), que sugere utilizar uma abordagem histórica ao introduzir o conceito de célula com estudantes de ensino fundamental.

Certamente que, conforme Martins (2006) afirma, apenas a produção de material didático de qualidade e uma melhor formação inicial dos professores em HFC não serão suficientes para a melhoria do ensino de Ciências no ensino fundamental. É preciso refletir sobre como fazer esse ensino, pois quando se concebe a HFC apenas como tarefas extras que devem ser cumpridas pelos professores, a limitação de tempo e a necessidade de cumprir o conteúdo programado acabam se tornando grandes obstáculos para que se aplique efetivamente a HFC nas salas de aula. Também há dificuldades para associar a HFC ao trabalho pedagógico do Ensino Médio. Forato et al. (2012), por exemplo, apontaram 17 (dezesete) obstáculos, dentre superáveis e contornáveis com diferentes graus de dificuldade, em sua proposta metodológica de inserir conteúdos de HFC em um curso piloto de Física para alunos de ensino médio. Segundo os autores, alguns obstáculos demandavam mais dificuldades do que outros para serem superados ou contornados.

Nesse contexto, Hottecke et al. (2010) lembram que inovações curriculares como HFC dificilmente adentrarão a prática do ensino de ciências nas escolas, se não forem adotadas medidas para superar obstáculos que impedem que esse tipo de inovação seja instituído de forma ampla nas escolas. Segundo os autores, atividades centradas nos alunos raramente são utilizadas no ensino de ciências na maioria dos países.

Os mesmos autores também afirmam que durante um projeto de implementação de HFC para o ensino de Física e NdC junto a professores, realizado ao longo de dois anos e cujo principal objetivo foi o de aumentar a disponibilidade de materiais relacionados a HFC para o ensino em países da Europa, diversos problemas e limitações da abordagem se tornaram aparentes. Isso ocorreu porque métodos de ensino inovadores como os desenvolvidos neste projeto estão geralmente fora das práticas cotidianas dos professores de ciências, e até mesmo os professores envolvidos no projeto relataram que ensinar ciências utilizando HFC pareceu exigir muito deles. Os autores também questionam se uma formação profissional mais seletiva seria suficiente para melhorar o desenvolvimento profissional no ensino de HFC. As mudanças no ensino necessitam de tempo e de um desenvolvimento profissional contínuo dos docentes, como a experiência de outros projetos já indicou.

Segundo Matthews (2015), há muitos motivos pelos quais a HFC deveria fazer parte dos currículos de formação inicial e continuada, o que exige que os próprios formadores destes professores também conheçam profundamente este assunto, para não acabarem apresentando versões fragmentadas ou superficiais sobre os tópicos abordados e prestando um desserviço aos futuros profissionais. Além deste argumento “prático”, o autor também atenta a um consistente argumento “profissional”: é importante que os professores saibam mais do que somente o conteúdo que estão ensinando. Como educadores, é relevante que saibam como esse conhecimento surgiu, como suas afirmações estão fundamentadas e quais são as suas limitações. Mas principalmente, é importante que saibam quais foram as contribuições da ciência para a ampliação do conhecimento humano. É pertinente que professores valorizem a tradição de investigação na qual estão iniciando os alunos e a HFC promove isso.

A HFC é uma forma de contextualizar as discussões a respeito da NdC e também é uma importante estratégia didática para o ensino das Ciências nos diferentes níveis escolares. Assim, são importantes exemplos de episódios históricos em seu contexto social, sem os quais a NdC e de sua história se restringiria à memorização de fatos e datas. Considerando a já destacada importância tanto da Experimentação quanto da HFC no ensino de ciências, e as perspectivas apontadas para suas aplicações no ensino, esta pesquisa buscará compreender como estão sendo desenvolvidas as pesquisas que utilizam a HFC associadas à Experimentação no Ensino de Ciências desde a educação básica até a educação superior.

O próximo capítulo tratará dos procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa. Deste modo, discutiremos brevemente as pesquisas em ensino de ciências e as pesquisas do tipo “estado da arte”, buscando inseri-las no contexto das pesquisas em Ensino de Ciências no Brasil. Em seguida, apresentaremos a questão norteadora e os objetivos desta tese para enfim descrevermos as etapas realizadas no desenvolvimento deste trabalho.

CAPÍTULO 3

Metodologia de Pesquisa

As pesquisas em Ensino de Ciências vêm se desenvolvendo no âmbito da pós-graduação no Brasil desde o final dos anos 1960, seja no interior de programas de Pós-graduação em Educação, seja a partir da criação de linhas de pesquisa específicas na área de ensino de ciências ou programas de pós-graduação na área. Destacamos a criação da primeira linha de pesquisa na área, denominada “Ensino de Física”, junto ao Programa de Pós-graduação em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 1971, e a criação do programa de pós-graduação específico em ensino de ciências, o Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências (modalidade Física) da Universidade de São Paulo (USP), em 1973. As primeiras dissertações e teses de doutorado defendidas no Brasil com temáticas relativas ao ensino de ciências da natureza datam de 1972 (FERES, 2010; MEGID NETO, 2007).

Desde esses primórdios, houve a expansão de pesquisas em ensino na área de ciências da natureza no âmbito da pós-graduação e a formação de uma área específica de pesquisa acadêmica no Brasil, com organizações científicas como centros de ciências e universidades assumindo a responsabilidade de pesquisar sobre formas de melhorar os processos de ensino-aprendizagem na área (KRASILCHIK, 2000).

Em setembro de 2000, a partir de esforços de docentes e pesquisadores em torno desses debates e a criação de programas de pós-graduação que vieram consolidar o ensino e a pesquisa em ensino de ciências, foi criada a Área de Ensino de Ciências e Matemática (Área 46) na Capes. Em 6 de junho de 2011, pela Portaria Capes 83/2011, foi criada a área de Ensino (também área 46), incorporando todos os Programas de Pós-Graduação da Área de Ensino de Ciências e Matemática (criada em 2000), que nucleou a nova área 46 e da qual guarda referências e experiências de organização e avaliação.

Diferentes estudos na literatura nacional⁹ têm apontado a existência de uma significativa quantidade de trabalhos nesse campo impulsionados pela criação da área 46 da Capes, com inegáveis contribuições e possibilitando inúmeros subsídios

⁹ Alguns exemplos destes estudos são Megid Neto, 1999; Feres, 2010; Fernandes e Megid Neto, 2016; Teixeira e Megid Neto, 2017.

para a melhoria do ensino de ciências no país. Entretanto, essa produção ainda possui uma divulgação incipiente no Brasil, tanto para a comunidade acadêmica quanto para a comunidade escolar da educação básica. Segundo Megid Neto e Carvalho (2018), essa crescente produção exige estudos periódicos de suas características, de forma a facilitar sua divulgação e difundir suas contribuições para a melhoria da educação no país. Dessa forma, esses estudos podem revelar aos pesquisadores quais tipos de pesquisa têm sido realizados, suas qualidades, utilidades, contribuições, limitações ou lacunas. E assim podem servir de ponto de partida para os pesquisadores planejarem novas pesquisas.

3.1 As pesquisas do tipo “Estado da Arte”

Segundo Megid Neto e Carvalho (2018), quando a produção acadêmica de um certo campo de conhecimento científico atinge uma quantidade expressiva de publicações, é fundamental que se conheça, organize e avalie esta produção, verificando seus avanços, obstáculos, lacunas e deficiências. Nesse contexto, são imprescindíveis os estudos denominados “pesquisas de estado da arte”, que buscam conhecer e avaliar o desenvolvimento histórico de uma determinada área de pesquisa, podendo ser denominadas também por “pesquisas de estado do conhecimento”.

Estas pesquisas se caracterizam metodologicamente como pesquisas de revisão bibliográfica, mas buscam sobretudo a compreensão do conjunto das informações obtidas, muitas vezes tendo por intenção realizar uma avaliação crítica do desenvolvimento de determinado campo de conhecimento, podendo ter natureza descritiva, interpretativa e/ou avaliativa (MEGID NETO; CARVALHO, 2018).

Para Romanowski e Ens (2006), as pesquisas de EA são uma contribuição importante na constituição de uma área de conhecimento, e possibilitam examinar as ênfases e temas abordados nas pesquisas, os referenciais teóricos que subsidiaram as investigações, a relação entre o pesquisador e a prática pedagógica, as proposições apresentadas pelos pesquisadores, as contribuições da pesquisa para mudanças e inovações da prática pedagógica, a contribuição da pesquisa na formação de professores, dentre outras.

As pesquisas de Estado da Arte (EA) são comuns na literatura científica dos EUA, e surgiram no Brasil no final da década de 1970. No campo do ensino de ciências, começaram a se difundir a partir dos anos 1990, quando já havia uma expressiva quantidade de trabalhos nessa área de pesquisa no país, e começaram a

se expandir progressivamente, juntamente com a própria expansão dessa mesma área de pós-graduação (DIAS, 2015).

Os estudos de EA são geralmente produzidos utilizando-se de diversas fontes, tais como artigos em periódicos nacionais e internacionais, resumos ou trabalhos completos apresentados em eventos científicos e catálogos de dissertações e teses de universidades e centros de pesquisa. Em países como os EUA, são comumente publicados em formas de estudos de revisão (*reviews*), em números especiais de periódicos científicos ou em *handbooks*. No Brasil, este tipo de pesquisa de EA veio a ser publicada sob a forma de artigos em periódicos, trabalhos em anais de eventos científicos, séries ou coletâneas organizadas por órgãos governamentais ou por associações científicas, bem como sob a forma de dissertações e teses.

Segundo Teixeira e Megid Neto (2017), no Brasil quase a totalidade das pesquisas na área de educação é desenvolvida em programas de pós-graduação, sendo os documentos primários destas pesquisas as dissertações e teses defendidas nestes programas, refletindo diretamente a produção acadêmica. Os autores consideram que as dissertações e teses são documentos considerados mais apropriados para pesquisas do tipo EA, por conterem relatórios completos e mais aprofundados dos estudos realizados, os quais em geral são apresentados posteriormente de maneira sucinta em artigos publicados em livros, periódicos ou eventos acadêmicos.

Os mesmos autores consideram que existem duas grandes vertentes das pesquisas de EA. A primeira vertente tem uma perspectiva **panorâmica** de análise e compreensão da produção científica em determinado campo, e a segunda, uma perspectiva **analítico-compreensiva** e até mesmo **avaliativa** de determinada produção científica. Na primeira vertente, os estudos podem envolver grande número de pesquisas científicas, utilizando-se algumas centenas ou mesmo milhares de documento, possibilitando uma visão mais ampla sobre um determinado campo de estudo. Na segunda vertente, há uma necessidade de maior aprofundamento na leitura e interpretação dos trabalhos. Para isso, a utilização de um número restrito de trabalhos é recomendada, permitindo uma reflexão mais aprofundada por parte do pesquisador em todas as etapas da investigação, sobretudo nos momentos finais de síntese integrativa e avaliação. Segundo os autores, ambas as perspectivas são essenciais para a plena compreensão do desenvolvimento de um campo científico,

abrindo possibilidades para a realização de estudos mais aprofundados ou de avaliação da produção desse campo.

Os estudos de EA possibilitam uma visão geral do que vem sendo produzido em uma determinada área e uma estrutura que permite aos pesquisadores interessados perceberem como as pesquisas nesta área evoluem. Nessa perspectiva, consideramos que estas pesquisas são essenciais para a divulgação da produção acadêmica no Brasil, possibilitando conhecer os percursos percorridos em áreas de pesquisa específicas, assim como explicitar suas bases teóricas e metodológicas, a sua historicidade, ou mesmo tendências e limitações dessa produção.

Quando pensamos especificamente na área de pesquisa em Ensino de Ciências, já atingimos cinco décadas de estudos no âmbito da pós-graduação, desde as pioneiras dissertações teses desenvolvidas a partir do final dos anos 1960 e defendidas em 1972, alcançando nos dias atuais mais de 8 mil trabalhos produzidos¹⁰ em programas de pós-graduação em Educação que possuem linhas de pesquisa ou interesses temáticos em Ensino de Ciências, sejam aqueles oriundos de programas específicos da área de ensino de ciências ou áreas afins. É inequívoco o forte desenvolvimento da área, expresso na diversidade de programas hoje existentes, disseminados pelas mais variadas regiões do país. No mais recente quadriênio de avaliação da Capes (2013-2016), a área 46 (área de Ensino) totalizava 157 programas ativos¹¹. De acordo com Teixeira e Megid Neto (2017), esses programas vêm gerando recursos humanos para a educação básica e superior, uma comunidade de pesquisadores na área, além de produzirem conhecimentos em múltiplas problemáticas referentes aos processos de ensino-aprendizagem em ciências.

Concluindo esta linha de pensamento, ressaltamos que os estudos de EA possuem um caráter continuado e permanente, considerando que são “estudos necessários no processo de evolução da ciência, a fim de que se ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos” (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Dessa forma, tais estudos constituem um banco de dados regularmente atualizado, auxiliando e orientando os pesquisadores a compreenderem a história e a evolução de seu campo de pesquisa.

¹⁰ Estimativa de produção entre 1972 e 2019, obtida por informação oral da coordenação do Cedoc-FE-Unicamp em Fevereiro de 2020.

¹¹ Relatório de Avaliação quadrienal 2013-2016. Disponível em: <<https://capes.gov.br/images/stories/download/avaliacao/relatorios-finais-quadrienal-2017/20122017-ENSINO-quadrienal.pdf>>. Acesso em 18 de Janeiro de 2020

Tendo em vista a relevância das investigações do tipo Estado da Arte e a significativa produção acadêmica na área de Ensino de Ciências, no item a seguir apresentaremos as etapas adotadas para o desenvolvimento metodológico desta pesquisa.

3.2 Descrição das etapas da pesquisa

A partir de dados obtidos de catálogos e repositórios de dissertações e teses em ensino de ciências, foi necessário identificar o conjunto de documentos desenvolvidos em diferentes contextos educacionais, desde a educação básica até a educação superior, cuja temática estivesse inserida no recorte de nossa investigação

O principal catálogo na atualidade, que abrange todas as áreas da pós-graduação no Brasil, é o Catálogo de Teses e Dissertações da Capes. Em janeiro de 2020 esse banco de informações bibliográficas e científicas contava com mais de 1,1 milhão de trabalhos ali referenciados, compreendendo dissertações e teses defendidas desde 1987. O Banco de Teses da Capes não possui informações sobre dissertações e teses defendidas anteriormente a 1987. Todavia o formato de busca é limitado nesse banco, não se podendo fazer “busca avançada” ou “busca combinada”.

Outra importante base de dados sobre teses e dissertações é a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD), vinculada ao Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação¹². Criada em 2002, a BDTD possui referências e resumos das teses/dissertações defendidas em programas de pós-graduação do país, nas diferentes áreas, com o objetivo de facilitar o acesso a tais informações. A BDTD apresenta referências a dissertações e teses defendidas desde 1946 e, em janeiro de 2020, contava com mais de 590 mil dissertações e teses defendidas no país. A vantagem de consulta à BDTD em relação ao Catálogo de Teses e Dissertações da Capes é que o sistema de buscas da BDTD permite fazer buscas avançadas ou buscas combinadas. Todavia ela não possui a totalidade da produção brasileira em pós-graduação, cerca de 53% apenas¹³.

¹² Disponível em: <<http://bdttd.ibict.br/vufind/>>. Acesso em 18 de Janeiro de 2020

¹³ Estimativa obtida por informação oral da coordenação do Cedoc-FE-Unicamp em Fevereiro de 2020.

No que se refere à área de Ensino de Ciências, a fonte mais conhecida é o Banco de Teses e Dissertações sobre Ensino na Área de Ciências, produzido pelo Centro de Documentação em Ensino de Ciências (Cedoc) da Faculdade de Educação da Unicamp¹⁴. Este Centro é coordenado pelo grupo FORMAR-Ciências (Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências), da mesma Faculdade, e desenvolve estudos e pesquisas sobre a produção acadêmica e didática na área de Educação em Ciências. A base digital do Cedoc possui dados bibliográficos, resumos e classificação de todas as teses e dissertações na área de ensino de Ciências desde 1972, ano das primeiras defesas na área e, no momento da escrita desta tese se encontrava atualizado até o ano de 2012, em um total de 3.740 trabalhos dentre dissertações e teses.

Os levantamentos do Cedoc, acerca de teses e dissertações em ensino na área de Ciências da Natureza (Astronomia, Biologia, Física, Geociências e Química), foram iniciados em meados da década de 1980. Naquela época não havia bancos de informação digitais e as buscas foram realizadas em meios impressos, como os catálogos de teses e dissertações do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia (CNPq), catálogos disponíveis fisicamente em bibliotecas de várias universidades do país e em alguns periódicos que disponibilizavam informações a respeito de teses e dissertações. Na década de 1990, foram utilizados também os catálogos de teses e dissertações da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Educação (Anped) e os catálogos de dissertações e teses em Ensino de Física produzidos pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, conhecidos como Banco de Teses Enfis. Nos anos 2000, após a criação do Banco de Teses da Capes, o Cedoc passou a utilizar essa base de dados como principal fonte de consulta, mas continuou a utilizar fontes complementares, como a BDTD e o Banco Enfis, além das bases de dados de bibliotecas universitárias ou de programas de pós-graduação.

Além dos dados disponíveis na base digital do Cedoc, compreendendo o período de 1972 a 2012, a coordenação do Cedoc nos disponibilizou um arquivo com dados de 2014, contendo mais de 660 trabalhos, obtidos por consulta ao Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e nos informou que os dados de 2013 não estavam consolidados até aquele momento.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/cedoc/>>. Acesso em 18 de Janeiro de 2020

Em suma, utilizamos duas bases de dados para identificação do *corpus* documental desta pesquisa, o Cedoc e a BDTD, conforme detalhado a seguir.

Passamos agora a descrever as etapas de trabalho realizadas nesta tese de doutorado.

A. Identificação, seleção, recuperação e organização das dissertações e teses.

Antes de iniciarmos esta seção é necessário fazer uma distinção; o termo “experiência” pode ser utilizado em um sentido mais geral remetendo a um conhecimento vivido que adquirimos ao longo de nossa vida. O termo “experimentação”, por outro lado, pressupõe uma investigação sistemática dos fenômenos, realizada a partir de uma metodologia estabelecida, envolvendo processos de medição e teste de diferentes variáveis e parâmetros. Nesta pesquisa optamos por utilizar os termos *experiência* e *experimentação* para todas as considerações sobre as atividades científicas que fazem uso de observações diretas ou indiretas de fenômenos naturais, na tentativa de explicá-los ou compreendê-los por meio de experimentos.

Também é necessário fazer um esclarecimento sobre o que entendemos por “experimentos históricos”. A literatura traz algumas definições sobre este termo. Chang (2011, p. 317), por exemplo, os define como “experimentos que surgem a partir do estudo da ciência do passado, e não a partir da ciência atual e na sua preparação pedagógica”. Em nossa perspectiva, são aqueles experimentos realizados de fato e/ou pensados (neste caso comumente chamados na literatura de *experimentos mentais*) em um dado contexto histórico e que tiveram um papel significativo na elaboração, definição e/ou solução de um dado problema. Sua utilização é apresentada como uma estratégia para a compreensão da ciência, sua natureza, sua história, a partir da perspectiva dos seus praticantes. A dimensão histórica da atividade experimental e sua relação com o processo de desenvolvimento científico podem nos permitir explicitar o caráter multifacetado das ciências naturais. Optamos por caracterizar um experimento histórico como sendo aquele que teve um papel essencial na construção de conceitos, leis ou teorias da Ciência, ou segundo Thomas Kuhn, aquele que tenha proporcionado um marco capaz de romper obstáculos à “ciência normal” (SILVA, 2013).

Para contemplar os objetivos desta pesquisa, utilizamos como fonte principal o banco de dissertações e teses do Cedoc, utilizando como palavra de busca

o radical de busca “*experiment*”, no campo **qualquer palavra** do menu de opções do banco. Isto permitiu buscar em títulos, resumos e palavras-chave das dissertações e teses disponíveis no banco simultaneamente as seguintes palavras: experimento(s), experimentação, experimentar, experimenta, experimentei, experimental, experimentais, entre outras possibilidades. Com isso, obtivemos 667 referências de trabalhos defendidos no período de 1972 a 2012 e 2014, conforme os dados obtidos no banco de dados do Cedoc para o período sobre o qual fizemos este levantamento.

Na etapa seguinte buscamos selecionar, pela leitura dos títulos e resumos desses documentos, os trabalhos que de fato se constituíam em propostas didáticas que utilizaram a história da ciência no desenvolvimento de atividades experimentais com estudantes. Neste momento utilizamos um critério de cores para a triagem dos resumos analisados: **Verde**, para os resumos que explicitaram que a pesquisa de fato fez estas atividades, **Amarelo** para os resumos (ou no caso da ausência de um resumo junto ao título do trabalho) das obras em que não ficou claro para nós se realmente foi realizada alguma intervenção didática ou se foi um estudo teórico, e **Vermelho** para os resumos dos trabalhos que aparentemente não foi feita experimentação, mas que achamos prudente verificarmos melhor para termos certeza antes de descartar o trabalho.

Em vista disso, restaram 54 trabalhos: 24 marcados em Vermelho, 17 em amarelo e 13 em Verde, que passaram a integrar o *corpus* preliminar de análise desta pesquisa. Com isso passamos a realizar a busca pelos textos completos desses 54 trabalhos nas bases de dados digitais das instituições de ensino onde foram defendidos. Após a obtenção dos textos completos, estes foram lidos e analisados de forma mais aprofundada para solucionarmos a dúvida quanto à sua inclusão no *corpus*. Destes, percebemos que somente 20 realmente fizeram algum tipo de proposta de sequência e/ou intervenção didática no ensino utilizando história da ciência. Os outros 34 trabalhos foram descartados por não realizarem atividades de experimentação com alunos ou por serem trabalhos de natureza predominantemente teórica.

Como informado acima, à época do levantamento o Cedoc disponibilizava dados desde 1972 até 2012 e também de 2014. Desta forma, para obtermos os trabalhos do ano 2013 e do período de 2015 a 2018 passamos a utilizar a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Por se tratar de um banco de dados muito mais amplo que o Cedoc, por abranger pesquisas de todas as áreas de pós-

graduação, ao utilizarmos o radical “*experiment*”, a busca retornou mais de 100 mil referências. Optamos, então, por fazer uma busca mais restrita, utilizando a seção de **busca avançada**, com os termos “*experimento histórico*” e “*ensino de ciências*”. Isto posto, obtivemos 206 resultados para os anos 2013, 2015, 2016, 2017 e 2018. Mais uma vez fizemos a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave. Com isso, restaram 21 trabalhos, os quais foram analisados de forma mais aprofundada após a obtenção dos textos completos. Após a análise destes 21 trabalhos, 6 foram excluídos e 15 foram incorporados à pesquisa, pelos mesmos critérios utilizados na análise do período de 1972 a 2012 e 2014. Os trabalhos selecionados foram incluídos em uma planilha, apresentada no Apêndice 1.

Em suma, a partir de um conjunto de 873 dissertações e teses identificados nos bancos de dados do Cedoc e da BDTD, selecionamos **35 trabalhos** para compor o *corpus* documental de análise desta pesquisa. A relação das obras, identificadas por códigos sequenciais e organizadas por ordem alfabética do último sobrenome do autor, suas referências institucionais (nome da instituição de ensino, grau de titulação, orientador e ano de defesa), bem como os resumos das mesmas, encontram-se no Apêndice 2.

Em seguida, foram realizados os **fichamentos** destas obras, que consistem na elaboração de **fichas de classificação**, de forma a classificar e analisar características e tendências gerais e específicas do conjunto de documentos. Estas fichas, contendo título, resumo, palavras-chave, dados institucionais, a classificação dos trabalhos de acordo com o conjunto de descritores configurado, além de observações gerais sobre os mesmos, foram organizadas alfabeticamente pelo último sobrenome do(a) autor(a) e numeradas sequencialmente. Um modelo inicial de ficha de classificação foi aplicado em alguns trabalhos, de forma a delinear e consolidar os descritores utilizados e, após análise pelos orientadores, foram feitos alguns ajustes nesses descritores. Dessa forma, um modelo final foi consolidado, apresentado no Apêndice 3.

Como mencionado, as fichas contêm algumas informações gerais de cada trabalho obtidas a partir da leitura dos respectivos textos completos das dissertações e teses, a saber:

- **Título:** Título da pesquisa segundo a informação disponível no próprio texto;
- **Autor:** Nome do(a) autor(a) da tese ou dissertação;
- **Resumo:** Conforme disponível no próprio texto do(a) autor(a).

- **Objetivos Gerais:** Quais foram os principais objetivos da pesquisa.
- **Metodologia:** O que o(a) autor(a) fez e quais procedimentos adotou para a realização da pesquisa;
- **Experimentos propostos/realizados:** Nome ou uma breve descrição do(s) experimentos que o(a) autor(a) propôs ou realizou na pesquisa;
- **Resultados e Conclusões:** Principais resultados e conclusões obtidas pelo(a) autor(a) ao final da realização da pesquisa;

A seção a seguir apresenta os descritores definidos para esta pesquisa, os quais constam em cada fichamento dos 35 trabalhos.

B. Definição dos descritores

Segundo Megid Neto e Carvalho (2018), o termo *descriptor* (também chamado de *indicador*, *categoria* ou *item*) é o termo utilizado para indicar os aspectos que serão observados na classificação e descrição do conjunto de pesquisas selecionadas, assim como para a análise de suas características e tendências. Com base nestes autores e na especificidade do conjunto de dissertações e teses que compõem o *corpus* documental desta pesquisa, foram definidos dois grupos de descritores para análise e classificação das 35 obras selecionadas:

Descritores gerais/base institucional

Esse grupo de descritores foi utilizado para indicar aspectos de natureza institucional do conjunto de trabalhos analisados. São eles:

- **Orientador:** Nome do (a) orientador(a) da pesquisa;
- **Ano de Defesa:** Ano de defesa do trabalho
- **Programa de Pós-Graduação:** Nome do programa de pós-graduação em que o trabalho foi defendido, segundo nomenclatura da Capes;
- **IES:** Sigla da instituição de ensino superior em que a obra foi defendida;
- **Grau de Titulação Acadêmica:** Mestrado Acadêmico, Mestrado Profissional ou Doutorado;
- **Dependência Administrativa:** Indicação da dependência administrativa da IES: Federal, Estadual, Municipal ou Particular

Descritores específicos/base educacional

Estes descritores foram utilizados para indicar aspectos experimentais e históricos das atividades realizadas nos trabalhos, e estão em consonância com os referenciais teóricos que utilizamos neste estudo, apresentados nos Capítulos 1 e 2.

São eles:

- **Área Curricular:** Em qual área da ciência escolar se caracteriza o trabalho: Ciências (na educação infantil ou ensino fundamental); Física; Química; Biologia; ou Geral, abrangendo várias áreas;
- **Tema:** Qual foi o tema abordado na pesquisa;
- **Período histórico:** Qual/quais período(s) histórico(s) foram abordados nas atividades propostas/realizadas com os estudantes;
- **Cientista(s) envolvido(s):** Quais os principais cientistas mencionados, ou que foram usados como referenciais, para a realização das atividades didáticas;
- **Nível de ensino dos alunos envolvidos:** Qual foi o nível de escolaridade dos alunos envolvidos nas atividades: Educação Infantil; Ensino fundamental - anos iniciais; Ensino fundamental - anos finais; Ensino Médio; Ensino Superior; ou Outros, quando não se fez a atividade vinculada a alguma situação escolar formal, por exemplo.
- **Tipos de Materiais propostos/utilizados:** Quais tipos de materiais o autor utilizou para realizar os experimentos: Materiais/Instrumentos históricos de coleções ou réplicas dos originais; Materiais laboratoriais, encontrados em laboratórios modernos; ou materiais caseiros, de baixo custo ou fácil acesso;
- **Tipos de Ações pedagógicas propostas/realizadas nos experimentos:** Qual foi o tipo de atividade proposta/realizada com os estudantes: Se foi uma investigação, sem nenhum roteiro previamente definido; Se foi uma atividade do tipo demonstrativa, feita em sua maior parte pelo professor e os alunos observando; Se foi uma atividade de experimentação do tipo redescoberta, feita com um roteiro semi-estruturado fornecido pelo professor e algumas questões norteadoras; Se foi uma atividade de replicação histórica, na tentativa de recriar algum(ns) experimento(s) famoso(s) realizado por algum cientista no passado; Ou se foi/foram atividade(s) remota(s), utilizando tecnologias digitais conectadas a um laboratório remoto;

- **Tempo de duração das atividades propostas:** Qual foi o período necessário (horas, dias, semanas, etc.) para realização das atividades propostas;
- **Local onde foram propostas/realizadas as atividades:** Em qual tipo de instituição (ex: escola, universidade, museu) foi realizada a atividade;
- **Tipo de Experimento histórico:** Utilizamos como referencial as quatro categorias de experimentos históricos proposta por Chang (2011) que explanamos anteriormente no capítulo 2: *replicação histórica; replicação física; replicação por extensão; experimentos complementares à replicação.*
- **Referenciais Históricos:** Quais são os referenciais históricos que o autor utilizou nas atividades desenvolvidas: Fontes primárias (textos originais e/ou traduzidos dos originais); Fontes secundárias (livros, artigos, documentários, etc.) elaborados por autores que analisaram e estudaram as fontes primárias; ou textos didáticos e paradidáticos, produzidos pelo próprio autor da pesquisa;
- **Tipo(s) de abordagem(s) pedagógica(s):** Ao considerarmos os referenciais metodológicos, teóricos e/ou pedagógicos que o/a autor(a) utilizou na elaboração das atividades e na análise dos resultados e conclusões, buscamos depreender qual abordagem pedagógica ocorreu na prática proposta, utilizando como referencial os 6 tipos de abordagem pedagógica propostos por Fernandes e Megid Neto (2016).

Em vista disso fizemos a seguinte classificação sobre as atividades predominantemente desenvolvidas nos 35 trabalhos analisados:

a) Se a atividade foi principalmente demonstrativa, dando-se ênfase à transmissão dos conceitos científicos pelo professor em um processo de recepção passiva e de memorização de informações pelos alunos, e tendo uma avaliação que visa verificar a precisão do conteúdo comunicado como indicador de aprendizagem, então esta é uma **abordagem tradicional**.

b) Se a atividade insta os alunos que imitem o trabalho dos cientistas, mas de forma contraditória a atividade propõe que sigam um roteiro passo-a-passo em que se busca alcançar resultados e conclusões definidos pelo professor, na intenção de redescobrir a “lógica da ciência”, é **abordagem de redescoberta**.

c) Se a atividade possui uma ênfase acentuada no planejamento de ensino e no uso de recursos da tecnologia educacional principalmente por meio de instrução

programada ou “estudo dirigido”, e a avaliação consiste em constatar se o aluno aprendeu e atingiu os objetivos quando a atividade foi conduzida de forma adequada, então é uma **abordagem tecnicista**.

d) Se a atividade foi de natureza investigativa ou ao menos semi-aberta, baseada no ensaio e no erro, na pesquisa e na exploração autônoma do fenômenos pelos estudantes e na busca de solução de problemas por parte destes, é uma **abordagem construtivista ou socioconstrutivista**, sendo que as tendências dentro desta abordagem diferenciam-se com base nos autores que são tomados como referência.

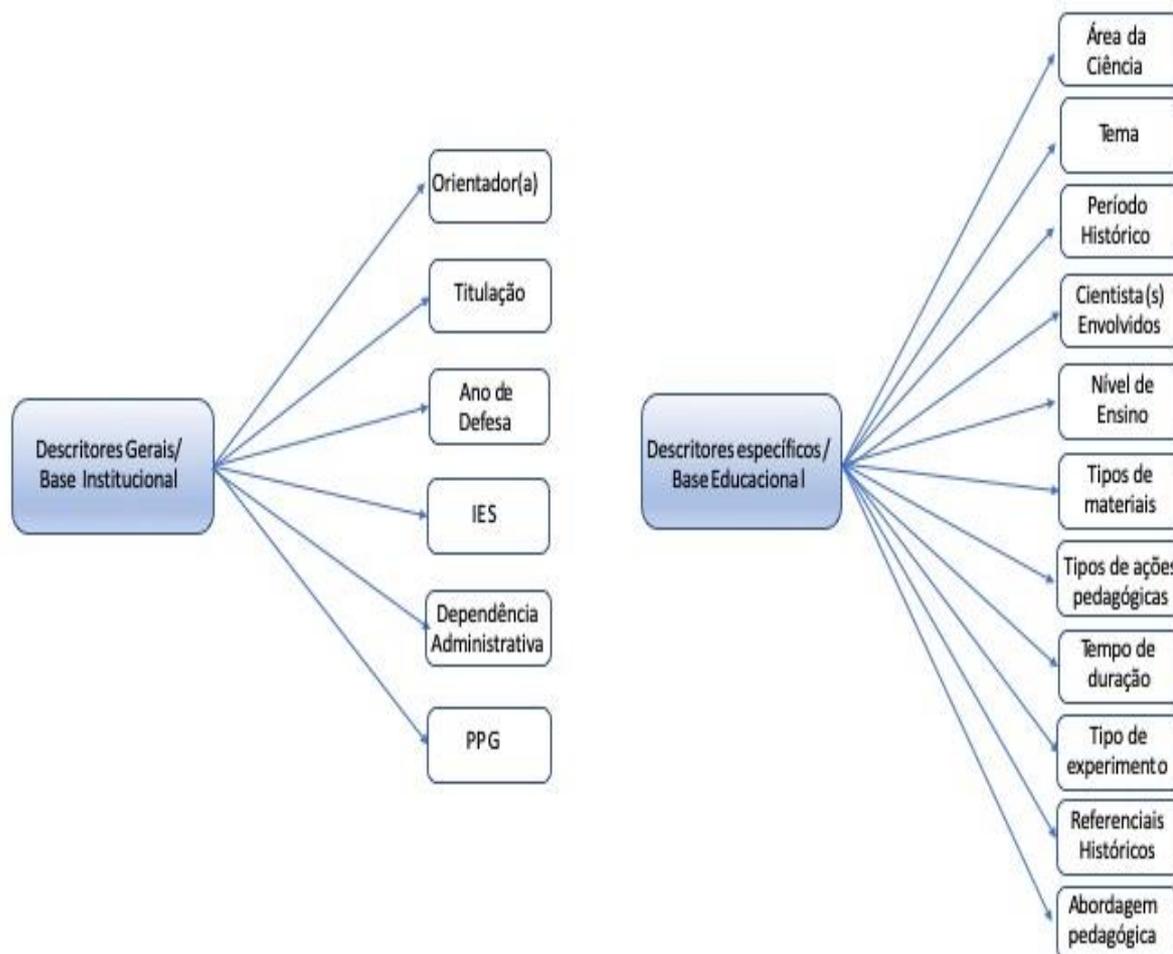
e) Se a atividade ou a sequência didática proposta, além do experimento em si, traz elementos históricos para discutir a não linearidade da ciência, ou a construção coletiva do conhecimento científico e mudanças históricas, ou apresenta textos ou questões sobre temas sociocontroversos, então estará alinhada com uma **abordagem CTS**.

f) Se a atividade usa o experimento como "tema gerador" do estudo de fenômenos em seus aspectos físicos e naturais, bem como em seus aspectos sociais políticos e culturais, objetivando o desenvolvimento da consciência crítica e da autonomia do educando como forma de superar as contradições da educação tradicional, então será uma **abordagem sociocultural**.

Neste momento, é importante destacar que após a leitura dos 35 trabalhos completos obtidos, efetuamos um refinamento dos descritores específicos, resultando um processo de categorização **mista**. Neste processo, conforme elucidam Megid Neto e Carvalho (2018), uma parte da configuração dos agrupamentos de descritores específicos foi estabelecida previamente (ou *a priori*), com base em outros estudos de Estado da Arte (ex: área da ciência, tema, cientista(s) envolvidos, nível de ensino, tipos de materiais, tipo de experimento, referenciais históricos) e outra parte foi definida *a posteriori* (ex: período histórico, tempo de duração das atividades, tipo de abordagem pedagógica), em que após a leitura e análise de uma pequena parcela dos documentos, ocorre um refinamento dos descritores para elaboração da versão final da ficha de classificação.

Um esquema contendo a representação dos macrodescritores utilizados para a análise da produção investigada pode ser visualizado na Figura 3 a seguir:

Figura 3: Representação dos descritores gerais e específicos definidos para a análise de dados.



Fonte: Elaboração própria.

C. Análise e Classificação das obras de acordo com o conjunto de descritores.

A análise e classificação dos trabalhos foi concebida a partir da leitura de seus respectivos títulos, resumos e dos textos completos. Durante a leitura das obras, investigamos os indícios trazidos nos textos pelos autores que nos permitissem fazer a análise e classificação de acordo com os descritores estabelecidos. Desta maneira, foram extraídos das obras elementos que permitiram a análise e categorização das teses e dissertações, em sintonia com os referenciais teóricos utilizados nesta tese.

Em vista disso, o processo de elaboração das fichas de classificação foi realizado para todos os documentos completos obtidos, de acordo com os descritores gerais e específicos supracitados. Este processo resultou nos fichamentos que estão reunidos no Apêndice 4.

D. Organização, sistematização e análise dos dados

Os dados oriundos das classificações foram sistematizados com auxílio destes fichamentos. Com o uso de aplicativos específicos para edição de textos e planilhas eletrônicas, foram elaboradas tabelas, planilhas e gráficos para sistematizar os resultados. Com base nestes dados, foi possível analisar o conjunto de informações e obter um mapeamento indicativo das características e tendências presentes no conjunto de obras investigadas.

Nos próximos capítulos faremos a apresentação e discussão dos resultados obtidos a partir das análises realizadas em todos os trabalhos incluídos nesta pesquisa. Através do estudo utilizando os descritores gerais e específicos apresentados acima, buscamos estabelecer um panorama das características e tendências das pesquisas analisadas ao longo de todo o período de 1972 a 2018.

CAPÍTULO 4

Análise dos Descritores Gerais das Teses e Dissertações sobre Experimentação e História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências

Neste capítulo apresentaremos a análise dos dados referentes aos Descritores Gerais (base institucional) das 35 produções acadêmicas sobre Experimentação e História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências estudadas. Iniciaremos a análise por meio da apresentação da distribuição temporal dessa produção acadêmica seguida de sua caracterização no que se refere à distribuição temporal e regional das pesquisas, caracterização das IES nas quais se realizaram os trabalhos, graus de titulação dos trabalhos, principais professores orientadores, palavras-chave mais utilizadas nos resumos dos trabalhos e, por fim, uma apresentação das áreas dentro dos programas de Pós-Graduação que perfazem essa produção acadêmica.

Antes de iniciarmos o detalhamento dos descritores gerais, destacamos que para facilitar a identificação das pesquisas, estas foram nomeadas com a letra T (de “trabalho”), seguida do seu número sequencial de acordo com a ordem alfabética do sobrenome do autor. A lista com os dados institucionais e os resumos dos 35 trabalhos encontra-se no Apêndice 2.

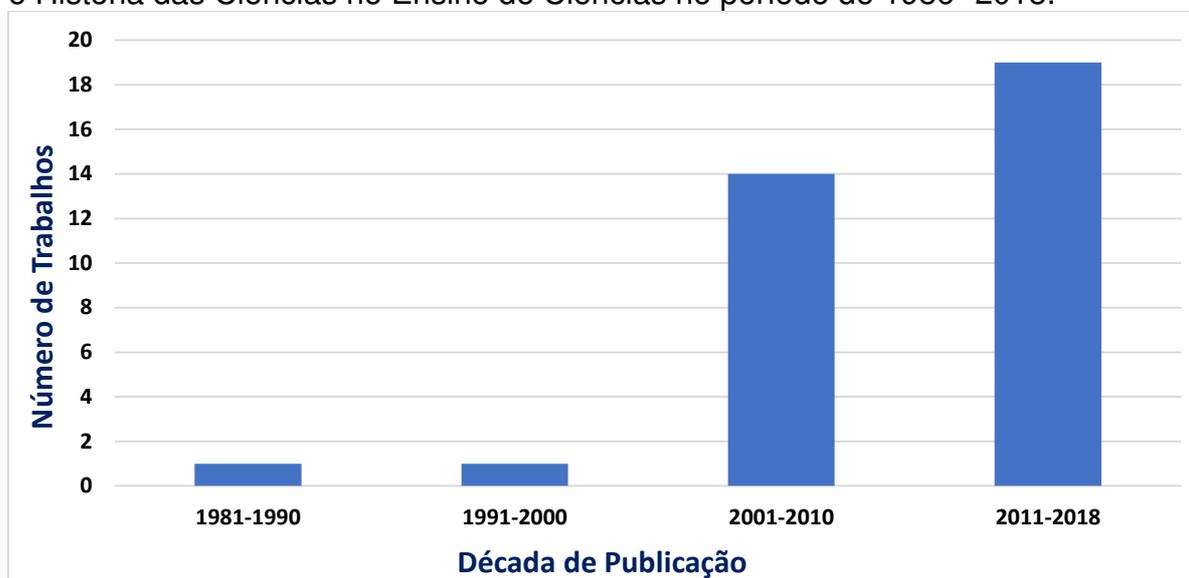
4.1 Distribuição temporal das 35 dissertações e teses defendidas

As primeiras teses e dissertações sobre Ensino de Ciências no Brasil começaram a ser defendidas em 1972¹⁵. Por outro lado, a primeira pesquisa sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências só foi defendida em 1986 (T15), na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em um programa de pós-graduação em Física. Na década seguinte, anos 1990, a produção acadêmica se manteve, com 1 dissertação de mestrado da Universidade de São Paulo (USP), pelo programa de pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências (T28). Já a partir dos anos 2000 notamos um expressivo incremento no número de trabalhos (14 nessa década); E finalmente, no período a partir de 2010, é que a maioria dos trabalhos que

¹⁵ Disponível em: <<https://www.fe.unicamp.br/cedoc/catalogo-de-teses/>>. Acesso em 18 de Jan. 2020

compõem o *corpus* desta pesquisa (19 trabalhos) foi defendida, ou seja, 54,3% do total das pesquisas, como pode ser observado no gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1: Distribuição das 35 dissertações e teses que trataram de Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências no período de 1986- 2018.



Fonte: Elaboração própria.

Bezerra (2014) também se propôs a analisar o Estado da Arte de um tema específico na área de História da Ciência aplicada ao Ensino de Ciências, buscando reconhecer os benefícios que essa área de pesquisa pode trazer aos professores de Física em sua prática de ensino. Igualmente observou características semelhantes em relação ao aumento expressivo de publicações a partir dos anos 2000. As autoras Ribeiro et al. (2018) também perceberam um significativo incremento nas publicações no período de 2000 a 2015, ainda que o número de propostas empíricas de implementação desse tipo de trabalho no ensino ainda seja muito pequeno, quando comparado ao total de publicações da área de ensino de ciências.

Dentre os possíveis motivos que podem se relacionar a esse aumento de pesquisas no período, citamos primeiramente o próprio crescimento quantitativo dos programas de pós-graduação e da produção acadêmica em Ensino de Ciências a partir da década de 1990 e, principalmente, na primeira década dos anos 2000, devido à criação da Área 46 na Capes, de Ensino de Ciências e Matemática.

No caso específico das pesquisas sobre História e Filosofia das Ciências (HFC) aplicada ao Ensino de Ciências, o aumento do interesse em se trabalhar com esta temática pode ter sido decorrente de uma maior importância à HFC atribuída por

diversos pesquisadores na área, como já destacamos no capítulo 2, além da fundação, em 1989, do *International History, Philosophy, and Science Teaching Group*, cujo órgão científico de publicação é a revista internacional *Science & Education*.

Devido aos fatores supracitados, acreditamos que o número de pesquisas sobre Experimentação e História das Ciências aplicada ao Ensino de Ciências tende a se expandir significativamente nos próximos anos.

4.2 Distribuição regional das 35 dissertações e teses

A análise da produção acadêmica de nosso *corpus* documental revelou que a maioria dos trabalhos foi produzida na região sudeste do Brasil. Dentre as 35 pesquisas analisadas, 20 delas, ou seja, 57% dos trabalhos foram defendidos em IES desta região. Na região Sul foram encontradas 7 pesquisas no total; na região Nordeste foram publicados 6 trabalhos; e na região Centro-Oeste foram defendidos 2 trabalhos. Outro dado relevante é que não foram encontrados trabalhos na região Norte do país. A distribuição dessa produção por estados brasileiros é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição da produção acadêmica sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências por Regiões e Estados Brasileiros.

Região	Estado	Mestrado Acadêmico	Mestrado Profissional	Doutorado	Total por Região
SUL	Rio Grande do Sul	0	3	1	7
	Santa Catarina	2	0	0	
	Paraná	0	0	1	
SUDESTE	Minas Gerais	0	3	0	20
	Rio de Janeiro	3	0	0	
	São Paulo	10	1	3	
CENTRO-OESTE	Distrito Federal	0	2	0	2
NORDESTE	Bahia	1	0	0	6
	Ceará	0	1	0	
	Paraíba	0	1	0	
	Rio Grande do Norte	1	2	0	
TOTAL		17	13	5	35

Fonte: Elaboração própria a partir de dados obtidos do Cedoc e da BDTD.

Em relação a distribuição da produção acadêmica por estado, somente o Estado de São Paulo concentra 40% (14 trabalhos) da produção acadêmica nacional sobre experimentação e história da ciência aplicada ao ensino de ciências, enquanto

16 (dezesseis) estados do Brasil não possuem nenhuma dissertação ou tese sobre esta temática. Essa grande diferença regional no que diz respeito à pesquisa acadêmica da área analisada é semelhante ao que se observa no panorama geral da produção científica do Brasil¹⁶. Esta diferença também foi verificada em estudos similares de Estado da Arte, relativos a temas como História da Ciência e Ensino de Física (BEZERRA, 2014); Ambientalização Curricular no Ensino Superior (RINK, 2014); e Educação em Ciências (MEGID NETO, 2007).

A distribuição desigual da produção científica nacional pode estar relacionada com a própria distribuição do número de programas de Pós-Graduação existentes no Brasil. De acordo com a base de dados da Capes (atualizada em 2019), cerca de 44,73% dos programas de pós-graduação se encontram na região Sudeste, como evidenciado na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Distribuição dos Programas de Pós-Graduação no Brasil por Regiões.

Região	Programas de Pós-Graduação	Porcentagem (%)
Norte	227	5,30%
Nordeste	863	20,16%
Centro-Oeste	350	8,18%
Sul	926	21,63%
Sudeste	1.915	44,73%
TOTAL	4.281	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de www.geocapes.capes.gov.br (Acesso em 26/02/2020)

Cirani et al. (2015) avaliam que a partir do final dos anos 1990 até o início dos anos 2010 há claramente uma melhora na distribuição regional do número de cursos de pós-graduação *stricto sensu*, mas ainda permanece uma forte concentração na região sudeste. No caso específico desta pesquisa, devido ao número de trabalhos encontrados ser relativamente pequeno, não nos foi possível inferir se nossos resultados revelam alguma tendência de mudança geográfica no número ou na

¹⁶ Disponível em:

<<https://portal.if.usp.br/ifusp/pt-br/not%C3%ADcia/panorama-da-produ%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica-do-brasil-2011-2016>>. Acesso em 20 de Junho de 2020

distribuição das publicações ao compará-los com outras pesquisas de Estado da Arte realizadas anteriormente na área de Ensino de Ciências. Não obstante, salientamos a importância da distribuição mais equilibrada dos Programas de Pós-Graduação pelas regiões brasileiras, pois como as autoras salientam: “isso influencia diretamente a produção científica e tecnológica nacional e as perspectivas do crescimento regional, pois quanto mais cursos de pós-graduação, desde que implantados com qualidade, maior será a produção de conhecimento e seu efeito no desenvolvimento local” (CIRANI et al. 2015, p. 174). Soma-se ainda a este fato que uma melhor redistribuição destes cursos poderá permitir que atuais e futuros pesquisadores tenham maiores possibilidades de realizar suas pesquisas sem a necessidade de se deslocarem para outras regiões do país.

4.3 Distribuição por dependência administrativa das 35 dissertações e teses

Em relação à dependência administrativa das IES nas quais foram defendidas as pesquisas sobre a temática estudada, verificamos que todas estas foram defendidas em Instituições Públicas, como pode se observar na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3: Distribuição das 35 dissertações e teses que trataram sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências, conforme natureza administrativa das instituições.

Dependência Administrativa da IES onde ocorreu a defesa do trabalho	Número de Trabalhos	%
Federal	19	54,3%
Estadual	15	42,8%
Municipal	1	2,9%
Total	35	100,0%

Fonte: Elaboração própria

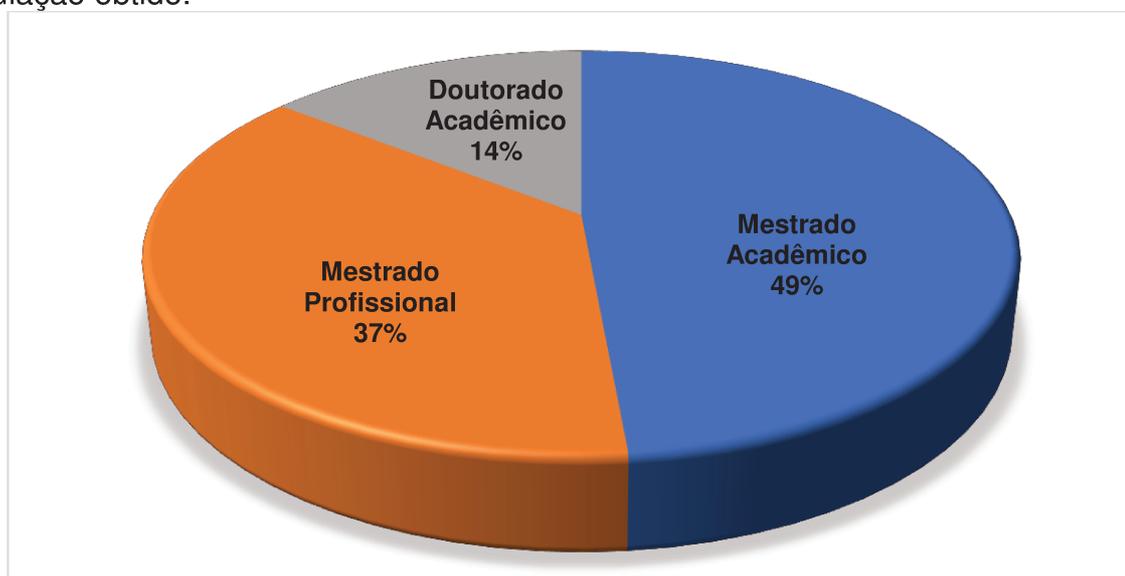
De acordo com os dados desta tabela, nota-se que a maior parte das pesquisas foi desenvolvida em Instituições Federais, sendo 54,3% do total, seguidas pelas Instituições Estaduais, com 42,8% do total. É preciso considerar que das 15 pesquisas desenvolvidas em Instituições Estaduais, 12 se localizam na Região Sudeste, única região do país que possui um maior número de dissertações e teses

desenvolvidas em Instituições Estaduais do que em Instituições Federais. Nas demais regiões do país, a grande maioria dos trabalhos encontrados foi defendida em Instituições Federais.

No que se refere às IES de origem dos trabalhos analisados, identificamos 22 instituições diferentes. Dentre as IES que mais produziram pesquisas sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências destacamos a USP, com 8 trabalhos, cerca de 23% do total, seguida pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com 3 trabalhos, 8,6% do total.

Com relação ao grau de titulação acadêmica dos trabalhos, observamos a predominância de mestrados acadêmicos, sendo 48,6% (17 trabalhos) do total das pesquisas analisadas, enquanto que os mestrados profissionais foram 37,1% (13 trabalhos) do total de pesquisas estudadas. Por sua vez, as teses de doutorado representaram apenas 14,3% (5 trabalhos) das pesquisas. Esta distribuição pode ser visualizada no Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2: Percentuais de distribuição das 35 dissertações e teses que trataram sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências, conforme grau de titulação obtido.



Fonte: Elaboração própria

Um ponto que cabe ser destacado é que não encontramos nenhum trabalho de Doutorado Profissional. Isso se deve ao fato de que esta modalidade de

pós-graduação só foi instituída em programas de pós-graduação em março de 2017¹⁷, não havendo tempo hábil para pesquisas desenvolvidas dentro desta modalidade serem concluídas até o final do ano de 2018 e com isso serem contempladas no *corpus* de análise desta tese.

É importante enfatizar que houve um significativo incremento de pesquisas de mestrado profissional principalmente a partir de 2010, saltando de 3 trabalhos na década anterior (de 2001 a 2010), para 10, no período de 2011 a 2018. Isto coincide com o aumento do número de mestrados profissionais criados neste período, pois de acordo com informações da Capes¹⁸, o mestrado profissional teve um crescimento de mais de 77% no período de 2013 a 2017. Destes, destacam-se o Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física, com 5 trabalhos, e o Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, com 4 trabalhos.

Os resultados obtidos nesta pesquisa, referentes ao grau de titulação acadêmica, são bastante semelhantes aos encontrados em outras pesquisas de Estado da Arte no campo da Educação Ambiental (RINK, 2014; DIAS, 2015), Ensino de Ciências (MEGID NETO, 2007) e Ensino de Biologia (TEIXEIRA, 2008).

Em seguida, fizemos uma distribuição do número de trabalhos defendidos em cada IES ao longo das décadas, iniciando pelo período de 1980 a 1990, década de publicação do primeiro trabalho (1986). Deste modo obtivemos a tabela 4 a seguir:

Como pode se observar na Tabela 4, a distribuição dos trabalhos é bastante dispersa ao longo das décadas pelas IES, além disso, a quantidade de pesquisas analisadas não nos permite inferir se há uma regularidade na produção em cada IES, ou notar a existência de um grupo de pesquisa nesta temática na grande maioria das instituições. Uma exceção é a USP, campus Butantã -SP, que mostrou uma produção crescente ao longo das últimas décadas. Isso talvez se deva ao fato de ser o programa de pós-graduação em Ensino de Ciências mais antigo do país em atividade contínua¹⁹, e com isso já possuir uma produção consolidada na área. Remetendo ao que mencionamos no capítulo 2, apesar de diversos pesquisadores apontarem a relevância da HFC no Ensino de Ciências, a presença deste tema ainda

¹⁷ Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/42281>>. Acesso em 20 de Junho de 2020

¹⁸ Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/36-noticias/8558-avaliacao-da-capes-aponta-crescimento-da-pos-graduacao-brasileira>> Acesso em 20 de Junho de 2020.

¹⁹ Disponível em: <<http://portal.if.usp.br/cpgi/pt-br/apresenta%C3%A7%C3%A3o-e-objetivos>> Acesso em 20 de Junho de 2020.

é pequena nas escolas. Ainda assim, é possível perceber que o número de trabalhos, principalmente no período de 2011 a 2018, mostra uma preocupação crescente sobre estes temas.

Tabela 4: Distribuição ao longo das décadas das 35 dissertações e teses que trataram sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências por IES.

IES	DÉCADA			
	1980 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010	2011 - 2018
USP	-	1	4	3
UFRN	-	-	1	2
Unesp	-	-	1	1
Unicamp	1	-	1	-
UnB	-	-	2	-
Unipampa	-	-	-	2
Cefet - RJ	-	-	2	-
UFRGS	-	-	1	-
UEPB	-	-	-	1
UEM	-	-	-	1
UFF	-	-	1	-
UFC	-	-	-	1
UNIFEI	-	-	-	1
UFSM	-	-	-	1
Ufsc	-	-	-	1
Ufscar	-	-	-	1
UFJF	-	-	-	1
UFABC	-	-	-	1
Ufba	-	-	1	-
Unifal	-	-	-	1
Furb	-	-	1	-
TOTAL	1	1	14	19

Fonte: Elaboração própria

Em relação ao gênero dos autores e autoras dos trabalhos, notamos que somente 6 são mulheres, perfazendo 17,1% do total. Essa diferença de gênero é bastante significativa ao ser comparada com os dados mais recentes disponíveis do censo escolar do ensino superior do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) de 2018²⁰. No âmbito geral, 61,1% dos concluintes de ensino superior são do sexo feminino. Entre os docentes da educação básica matriculados na educação superior, 72,6% são do sexo feminino. Acreditamos

²⁰ Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/setembro-2018-pdf/97041-apresentac-a-o-censo-superior-u-ltimo/file>> Acesso em 20 de Junho de 2020

que essa diferença esteja relacionada ao fato de 80% dos trabalhos analisados serem da área de Física, uma área ainda predominantemente masculina (AGRELLO; GARG, 2009; BARBOSA, 2003), ou também pela quantidade de trabalhos ser relativamente pequena, e com isso a amostra investigada pode não ser representativa. Tendo consciência da complexidade dessa questão e considerando o foco delineado nesta pesquisa, não temos subsídios para nos aprofundar mais neste ponto.

Neste mesmo contexto, analisamos quantos pesquisadores orientaram os 35 trabalhos, verificando a presença de 31 orientadores diferentes. Destes, 1 pesquisadora orientou três trabalhos (T06, T20 e T31) e 2 pesquisadores orientaram dois estudos cada (o primeiro orientou os trabalhos T12 e T29, e o segundo orientou os trabalhos T23 e T30). Os demais 27 pesquisadores orientaram um estudo cada. Podemos considerar, então, que pesquisas envolvendo a História e Filosofia das Ciências aliada à Experimentação ainda são incipientes no país, também pelo fato de não haver vários pesquisadores e grupos de pesquisa que nucleiem interesses específicos nessa temática. Entretanto, isto não significa que não haja interesse neste assunto ao menos por alguns grupos de pesquisa, mas sim que dentro do recorte delineado nesta tese ainda não é possível afirmar que haja uma produção acadêmica consolidada sobre este assunto em alguns pesquisadores ou grupos de pesquisa. Claro que se considerássemos o tema mais amplo, História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências, poderíamos obter outros resultados, mas isto foge do escopo deste trabalho. Futuramente, outros estudos podem trazer mais informações e apontar uma mudança neste quadro.

4.4 Áreas dos Programas de Pós-Graduação das 35 dissertações e teses

Como um último tópico dos descritores gerais, destacamos as áreas dos programas de pós-graduação que envolveram as pesquisas analisadas. Para isto, utilizamos como referências as nove grandes áreas definidas pela Capes²¹. Desta forma, elaboramos a Tabela 5 a seguir:

A partir das informações da tabela, percebemos que a grande maioria dos trabalhos está inserida em programas de pós-graduação da área Multidisciplinar. Isto ocorre devido à inserção institucional da área 46 (área de Ensino), na grande área denominada “Multidisciplinar” na Capes. Alia-se a esse fato o que Cirani et al. (2015)

²¹ Disponível em: <<https://www.capes.gov.br/avaliacao/sobre-as-areas-de-avaliacao>>. Acesso em 20 de junho de 2020.

apontam, de que houve um crescimento de 880% no número de titulados no período de 1999 a 2012 nessa grande área, porcentagem muito superior ao crescimento de outras áreas do conhecimento. Além disso, a própria característica inerentemente interdisciplinar do *corpus* documental desta tese parece ser um reforço a esse resultado. Porém, mesmo nesta grande área notamos uma significativa predominância de trabalhos envolvendo a área de Ensino de Física, discussão que aprofundaremos no capítulo 5.

Tabela 5: Distribuição das 35 dissertações e teses que trataram sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências, conforme classificação pelas áreas da Capes.

Grande Área da Capes	Número de pesquisas	Porcentagem (%)
Ciências Biológicas	2	5,7%
Ciências Humanas	1	2,9%
Ciências Exatas e da Terra	4	11,4%
Multidisciplinar	28	80%
TOTAL	35	100%

Fonte: Elaboração própria

Um outro ponto a analisar foram as palavras-chave mais presentes nos resumos dos trabalhos. Sendo assim, realizamos esta análise por meio de “nuvens de palavras”²². Segundo Lemos (2016) as nuvens de palavras são uma representação visual que oferece possibilidade de classificação hierárquica, quantitativa. Essas nuvens podem ser utilizadas para categorizar as palavras de um texto, hierarquizadas de maneira proporcional, por incidência. A autora afirma que as nuvens de palavras podem ser utilizadas na fase inicial de análise do material, em que este é organizado na formação do *corpus* da pesquisa. Segundo Bardin (2011), a presença ou ausência de certas palavras pode ser um fator significativo da análise, assim como a frequência em que esta palavra aparece.

²² De acordo com Prais e Rosa (2017), as nuvens de palavras podem ser utilizadas como estratégia pedagógica no planejamento das aulas pelos professores da educação básica. Os autores defendem que este novo recurso tecnológico pode ampliar o repertório a serviço dos profissionais da educação para que estes possam potencializar a mediação entre o conhecimento e a apropriação de um conteúdo pelo aluno, por caminhos diversos e pela interatividade.

Em resumo, por meio da apresentação dos descritores gerais, pudemos verificar que as pesquisas envolvendo Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências apresentaram maior crescimento a partir dos anos 2000, sendo desenvolvidas em sua maioria por IES Federais e Estaduais localizadas na Região Sudeste do Brasil. A maior parte dos trabalhos analisados foi da área de Ensino de Física, em nível de Mestrado Acadêmico, e que fazem parte de Programas de Pós-Graduação ligados à área Multidisciplinar da Capes. Por fim, notamos que tem havido uma crescente produção acadêmica dos mestrados profissionais sobre esta temática, principalmente a partir de 2011.

A seguir, no Capítulo 5, apresentamos os dados referentes aos descritores educacionais específicos desta pesquisa, cuja coleta de dados foi realizada a partir da leitura dos textos completos das 35 dissertações e teses que propuseram e implementaram ou descreveram e analisaram Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências.

CAPÍTULO 5

Análise dos Descritores Específicos das Teses e Dissertações sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino de Ciências

Neste capítulo trataremos da análise dos descritores específicos (base educacional) das 35 produções acadêmicas sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências que foram estudadas durante a realização desta pesquisa. Novamente, esclarecemos que para facilitar a indicação ao longo do texto, iremos referenciá-los como T (trabalho) seguido pelo número sequencial dos mesmos, conforme Apêndice 2.

Iniciaremos, no item 5.1, a exposição dos descritores específicos por meio de uma breve descrição das características principais das dissertações e teses estudadas, tais como áreas da Ciência abordadas nas pesquisas, principais temas abordados dentro destas áreas, os períodos históricos mais retratados nos trabalhos, o nível de ensino dos estudantes envolvidos e principais períodos históricos presentes. Em seguida, no item 5.2 faremos uma apresentação geral das práticas educativas presentes na produção acadêmica analisada nesta pesquisa, os tipos de materiais mais utilizados, tipos de experimentos históricos desenvolvidos e quais foram os referenciais históricos e pedagógicos utilizados. Neste item procuraremos fazer uma caracterização e análise das tendências da produção acadêmica sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências. Finalizamos o capítulo com o item 5.3, traçando algumas considerações relativas às possibilidades e limites da realização de práticas pedagógicas envolvendo Experimentação e História das Ciências no Ensino das Ciências.

É importante salientar que 7 das 35 pesquisas apenas “propuseram” práticas pedagógicas a serem aplicadas pelos professores a seus alunos, porém estas práticas não chegaram a ser implementadas ou testadas no contexto da dissertação ou tese. Verificamos que 4 destes 7 trabalhos são de Mestrados Profissionais. Tal situação pode denotar uma dificuldade dos alunos em relação ao tempo exíguo para a integralização destes cursos, que muitas vezes são realizados pelo estudante de forma concomitante ao seu trabalho como educador. Aprofundaremos esta discussão a seguir. Todavia, estes trabalhos foram mantidos em nosso *corpus* de análise e foram classificados como “experimentos propostos”. Os outros 28 (vinte e oito) trabalhos

analisados, além de proporem as atividades, também as implementaram com os estudantes, como podemos observar a partir da Tabela 6.

Tabela 6: Caracterização dos Agrupamentos das pesquisas sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino de Ciências, entre 1972-2018.

Tipo de Trabalho	Código do Trabalho	Grau de Titulação Acadêmica	Número de Trabalhos
Propõem	T11, T16, T17, T19	Mestrado Profissional	4
	T21	Mestrado Acadêmico	1
	T07, T13	Doutorado	2
Propõem e Implementam	T01, T02, T12, T18, T25, T29, T30, T32, T34	Mestrado Profissional	09
	T03, T04, T05, T08, T09, T10, T14, T15, T22, T23, T24, T26, T28, T31, T33, T35	Mestrado Acadêmico	16
	T06, T20, T27	Doutorado	3

Fonte: Elaboração própria

Diante do contexto dos trabalhos que apenas propuseram os experimentos, buscamos investigar quais os motivos/razões que levaram os autores a não aplicar as atividades e nos deparamos com algumas situações bastante distintas. O T07, por exemplo, fez a tradução de 10 textos de Stephen Gray²⁴ como principal objetivo de seu trabalho, já a produção de experimentos de eletrostática como recursos didáticos para professores do ensino médio foi um objetivo mais específico deste trabalho. Provavelmente foi por essa razão que o autor não se concentrou em aplicar sua proposta em sala de aula. Situação similar com os objetivos do T13, no qual o autor fez a tradução de um artigo de Michael Faraday sobre o estudo histórico do eletromagnetismo, além de fazer uma análise sobre como o tema eletromagnetismo é tratado em livros didáticos do Ensino Médio, em seguida propôs a recriação do experimento de Hans Ørsted que comparava a relação entre eletricidade e magnetismo. O autor do T11 seguiu esta mesma ideia de propor experimentos para

²⁴ Físico e astrônomo amador inglês que viveu entre 1666 e 1736 e fez diversos experimentos em Eletrostática.

Ensino Médio em seu trabalho, no qual elaborou 28 experimentos de eletromagnetismo que, segundo ele, foram baseados em sua longa experiência de mais de 30 anos como professor de Física do Ensino Médio. Através da leitura do texto completo, pudemos inferir que o autor estava socializando a experiência acumulada ao longo de sua trajetória profissional.

Os Trabalhos T16, T17 e T19 são de Mestrados Profissionais e por isso, tiveram como um de seus objetivos a produção de um material educacional, porém nem sempre é possível aplicar e avaliar estes materiais antes de terminar o prazo de conclusão do mestrado, como pode ser o caso aqui. Vale esclarecer que muitos programas de mestrado profissional não exigem a aplicação do produto educacional desenvolvido em situação real de ensino-aprendizagem. O T17, por exemplo, buscou reproduzir o famoso experimento do plano inclinado de Galileu. Porém neste trabalho especificamente o autor optou por fazer simulações computacionais deste e de outros 9 experimentos de cinemática para o Ensino Médio, buscando recriar os passos desse renomado cientista, e as incluiu em um CD-ROM que foi anexado ao seu trabalho. Por sua vez, o T16 estudou em detalhes os experimentos de William Herschel sobre calor radiante, cruciais para o descobrimento dos raios infravermelhos, e elaborou alguns experimentos com materiais de baixo custo, voltados para o Ensino Médio. Já o T19 discutiu o tema da história e a química dos corantes orgânicos na construção de um módulo didático para o ensino de química orgânica com 8 experimentos sobre este tema, além de fazer uma análise de como a HFC é tratada nos livros didáticos de Química no Ensino Médio.

Por fim, dentre os 7 trabalhos que apenas propuseram os experimentos, o T21 foi aquele que teve uma proposta mais diferenciada. Neste trabalho, o autor se propôs a realizar uma exposição didática no museu Estação Ciência²⁵ sobre a Física da Música no Renascimento, apresentando o processo de construção de uma futura exposição, composta por uma série de experimentos sobre conceitos acústicos que emergiram durante o período da Revolução Científica. Ao final do trabalho o autor propôs algumas estratégias e atividades de ensino para o professor de Física abordar em sala de aula os conteúdos vistos nessa exposição.

²⁵ O museu Estação Ciência foi um centro de difusão científica, tecnológica e cultural da Pró-Reitoria de Cultura e Extensão Universitária da Universidade de São Paulo. Em maio de 2016, o prédio onde se encontrava foi devolvido ao Governo do Estado de São Paulo e encontra-se fechado desde então.

5.1 Descrição e análise da produção quanto a Área Curricular, Temas, Nível de Ensino e Período Histórico.

Iremos inicialmente apresentar a distribuição dos trabalhos pelo descritor **Área**, que estabelece a área da Ciência ou área Curricular à qual a prática experimental tratada na pesquisa está vinculada. Os dados referentes à distribuição dos trabalhos nestas áreas se encontram na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências conforme área curricular.

Área Curricular	Número de Trabalhos	%
Física	28	80%
Biologia	5	14,3%
Química	2	5,7%
Ciências - Ensino Fundamental	1	2,9%

Obs: O total de classificações para a área curricular ultrapassa o total de 35 trabalhos porque uma das pesquisas (T04) envolveu mais de uma área (Ciências - Ensino Fundamental e Física). As porcentagens foram calculadas com base no total de documentos analisados (35).

Fonte: Elaboração própria

Como podemos verificar na Tabela 7, a área curricular Física corresponde a 80% do total de trabalhos analisados. O predomínio de investigações na área de Ensino de Física para o Ensino Médio é discutido por diversos autores e parece estar diretamente relacionado à produção científica nesta área. Salem e Kawamura (2009) verificaram um crescimento recente nos trabalhos nesta área de ensino a partir dos anos 2000. Na mesma linha de raciocínio, Nardi (2005) afirma que:

[...] A produção acadêmica sobre o ensino e a aprendizagem de Física no Brasil hoje é bastante visível e deve-se à existência de um número razoável de pesquisadores que se congregam em diversos grupos de pesquisa atuantes no país e que são responsáveis pela organização e edição de revistas, pela criação e manutenção de eventos, projetos e cursos de formação continuada, pela implantação de dezenas de cursos de pós-graduação lato sensu e pelo conseqüente credenciamento junto aos órgãos normatizadores, principalmente a partir do final da década de 90, de diversos programas de pós-graduação em Educação em Ciências em nível stricto sensu existentes no país. (NARDI, 2005, p. 64)

Dentro desse contexto, Teixeira et al. (2012) realizou uma revisão sistemática sobre estudos envolvendo HFC no ensino de física. Após estabelecerem

critérios de seleção e análise através de diferentes bases de dados, os autores selecionaram um total de 152 artigos publicados no período, com um acentuado crescimento a partir do final dos anos 1990 (TEIXEIRA et al., 2012, p. 774).

Em um levantamento de pesquisas em Ensino de Ciências publicadas por um período de dez anos, Fernandes e Megid Neto (2007) observaram que prevaleceram estudos na área específica de Física, quando comparados com outras áreas da Ciência. Tal contexto indica que seja esperado haver uma produção científica mais consolidada na Física, e que esta produção também se expresse em um percentual maior de trabalhos que envolvam Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências, quando comparado com outras áreas curriculares, como Biologia e Química.

Em decorrência, o descritor sobre os **Temas** dos documentos estudados, igualmente revela uma grande variedade de temas da área de Física trabalhados nas pesquisas, como pode ser observado na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências, conforme sub-áreas e Temas trabalhados.

Área Curricular	Sub - área	Temas trabalhados	Número de Trabalhos
Física	Mecânica Clássica	Pressão atmosférica, Queda Livre, Física do Voo, Cinemática e Dinâmica, Leis de Kepler, Gravitação, Circunferência da Terra	12
	Eleticidade	Eletrostática, Eletrodinâmica, Leis de Faraday	8
	Física Moderna	Efeito Fotoelétrico, Dualismo Onda-Partícula, Mecânica Quântica	3
	Termologia	Estudo do Calor, Termodinâmica	3
	Óptica e Ondas	Estudo da Luz, Acústica	2
Biologia	Zoologia	Reprodução Assexuada de Invertebrados, Reprodução de Anfíbios	2
	Evolução	Teoria da Evolução de Darwin	1
	Botânica	Fotossíntese	1
	Biologia Celular	História da Microscopia - Robert Hooke e Antoni Van Leeuwenhoek	1
Química	Físico-Química	Cinética Química e Equilíbrio Químico	1
	Química Orgânica	História e Química dos Corantes	1

Fonte: Elaboração própria

Ainda a respeito dos temas trabalhados na área curricular de Física, cabe destacar o grande número de trabalhos na sub-área Mecânica Clássica, perfazendo 12 dos 35 documentos (34,3% do total). Esta porcentagem expressiva se deve provavelmente a alguns fatores: O primeiro é que há uma forte concentração de experimentos nos livros didáticos em temas de Mecânica e Eletricidade quando comparada a outros temas como Termologia ou Física Moderna e Contemporânea. O segundo fator é que esta concentração está relacionada à maior facilidade de acesso aos materiais pelos professores, além destes materiais serem geralmente de baixa periculosidade e baixo custo. Por fim, convém salientar que historicamente a Mecânica é a sub-área da Física que possui uma história bastante antiga, documentada desde a Antiguidade Clássica, principalmente se comparada com outras áreas da Física, como a Termodinâmica, que surgiu na Idade Moderna. Este poderia ser mais um fator a favorecer uma maior quantidade de trabalhos dentro desta sub-área. Abordaremos esta questão com mais profundidade no descritor **Tipos de Materiais propostos/utilizados** mais adiante.

Observamos também a pouca representatividade de trabalhos em áreas disciplinares como a Biologia, com apenas 5 trabalhos; e a Química, com apenas 2 trabalhos. Verificamos ainda a ausência de outras áreas, como as Geociências e a Astronomia. Cabe ressaltar que 3 dos 5 trabalhos de Biologia foram desenvolvidos na mesma universidade (T06, T20, T31) a USP - São Paulo, dentro do mesmo programa de pós-graduação, e sob supervisão da mesma orientadora. Dois desses trabalhos versaram sobre Reprodução Animal, um deles (T06) sobre reprodução assexuada em insetos e o outro (T20) sobre reprodução sexuada em Anfíbios; o terceiro (T31), desenvolveu um estudo de experimentos de dispersão de sementes e seu papel na teoria da evolução de Charles Darwin. Discutiremos este ponto no item 5.3.

Concluindo a discussão deste descritor, notamos que somente 2 dos trabalhos buscaram fazer uma abordagem manifestamente interdisciplinar e, ainda, com área bastante correlata a Ciências: Física e Matemática. O primeiro foi o T14, no qual o autor buscou unir estas duas áreas ao elaborar uma proposta de ensino das funções matemáticas de 1º e 2º grau e do movimento de queda livre dos corpos para alunos da 8ª série (atual 9º ano) do Ensino Fundamental. Segundo o autor, os resultados dos pós-testes mostraram que a interdisciplinaridade foi proveitosa para a mudança conceitual dos alunos, mas afirmou que, por falta de tempo, não pôde fazer pós-testes após um certo tempo da aplicação destas atividades. Alia-se a este fato

que esta foi uma pesquisa participante, em que o pesquisador também era o professor destas 2 disciplinas. Já o segundo trabalho encontrado foi o T32, que propôs o uso de conceitos de Matemática e de Física na elaboração de uma atividade remota interdisciplinar para reproduzir o experimento de medição da circunferência da Terra por Eratóstenes. Após a aplicação da atividade o autor afirmou que esta pode motivar os alunos para o aprendizado e promover o aumento de interações sociais visando buscar soluções para um problema. Porém a atividade experimental desenvolvida pelo autor foi muito rápida, com duração de poucas horas e teve pouca discussão de HFC, estando este mais preocupado com a montagem do experimento.

Outros trabalhos de Física analisados nesta pesquisa também utilizaram a Matemática no desenvolvimento das práticas, mas isso ocorreu mais no sentido de empregá-la como ferramenta para a discussão das leis e teorias da Física, não envolvendo aspectos epistemológicos, históricos ou filosóficos da Matemática.

Um outro aspecto analisado está presente no descritor **Nível de Ensino dos alunos envolvidos**, referente a qual nível de ensino as atividades propostas pelo(a) autor(a) foram destinadas. Em relação a esse contexto, destacam-se as propostas voltadas ao Ensino Médio, como pode ser observado na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com o Nível de Ensino dos alunos envolvidos.

Nível de Ensino	Número de Trabalhos	%
Ensino Fundamental - Anos Finais	2	5,7%
Ensino Médio	30	85,7%
Ensino Superior	5	14,3%
Outros (Museu de Ciências, E.J.A.)	2	5,7%

Obs: O total de classificações para o nível de ensino ultrapassa o total de 35 trabalhos porque algumas pesquisas propuseram e aplicaram os temas em mais de um nível de ensino. As porcentagens foram calculadas com base no total de documentos analisados.

Fonte: Elaboração própria

Esta predominância de trabalhos voltados ao Ensino Médio se deve à disciplina de Física, como componente curricular, compor 80% do total de pesquisas analisadas, como já verificamos no início do item 5.1. É importante salientar que não encontramos nenhum trabalho direcionado à Educação Infantil ou aos anos iniciais do Ensino Fundamental.

Dentro desse contexto, cabe destacar que apenas 2 trabalhos (T21 e T34) não estiveram voltados à Educação Básica na sua modalidade regular. Como já mencionado anteriormente, no T21 o autor elaborou uma exposição em um museu de ciências, um espaço não-formal de ensino. E o T34 teve uma proposta um tanto quanto desafiadora: trabalhar conteúdos de Física Moderna com alunos da Educação de Jovens e Adultos. Nesta pesquisa o autor confeccionou dois “kits” diferentes com materiais de fácil acesso. Um deles para fazer a determinação da constante de Planck e o outro para a determinação do efeito fotoelétrico. Os experimentos foram aplicados em uma oficina fora do horário regular, na qual o autor percebeu um alto grau de satisfação dos alunos com as oficinas, apesar do pouco tempo para a realização da prática e das dificuldades encontradas pelos alunos para a realização de atividade individual escrita e de trabalho em grupos.

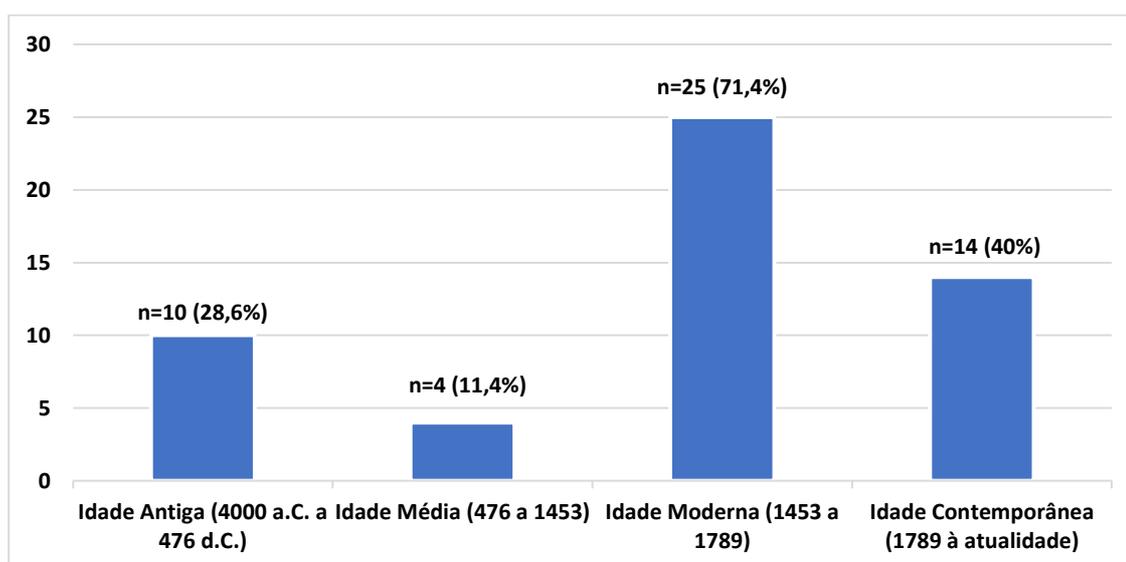
Ainda pertencente a essa situação, destacamos que somente 2 trabalhos (T04 e T14) propuseram e/ou desenvolveram atividades voltadas para o Ensino Fundamental, e ainda assim somente nos anos finais. Em um destes trabalhos (T04), as atividades estavam dentro do tema Eletricidade, e foram abordadas tanto com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental quanto com alunos do Ensino Médio. Ou seja, apenas 1 (um) dos 35 trabalhos (T14) teve como objetivo desenvolver atividades experimentais voltadas especificamente para o Ensino Fundamental. Nesta pesquisa, o autor elaborou e aplicou uma sequência didática abordando um tema central da Mecânica: o fenômeno da queda dos corpos, utilizando os experimentos da Torre de Pisa e do plano inclinado de Galileu.

Esse contexto nos remete ao que salientamos no capítulo 2, que o ensino de Ciências no ensino fundamental parece ser um “primo pobre” de sua área curricular equivalente no ensino médio, isso porque muitas vezes seus conteúdos são vistos como uma simplificação ou mesmo distorção dos conteúdos sugeridos para o Ensino Médio (SANTOS, 2012). Além disso, são poucos os trabalhos que abordam esse nível de ensino nos principais eventos e revistas da área, quando comparados à quantidade dos que são publicados sobre o ensino médio. Alguns poucos exemplos são os recentes trabalhos de Alvim e Vissicaro (2017), que discutem a inserção de atividades didáticas sobre as grandes navegações portuguesas e seus instrumentos científicos para alunos do 3º ano de ensino fundamental, e o trabalho de Alvaide et al. (2020), que relata atividades pedagógicas desenvolvidas com crianças do 3º ano de ensino fundamental, tendo como foco os experimentos do astrônomo Johannes Kepler.

Não obstante, é importante ressaltar que há um grande potencial para ser explorado de usar a História e Filosofia das Ciências envolvendo experimentos nos vários níveis escolares, conforme discutiremos melhor no item 5.3.

Passamos agora a analisar o descritor **Período Histórico**. Em relação a este descritor, após fazermos a compilação dos dados dos fichamentos, optamos por utilizar a periodização clássica da história (WHITROW, 1993) para fazer a classificação dos períodos presentes nas propostas dos trabalhos. Dessa forma, os resultados foram divididos em cinco períodos ou idades, assim denominados: *Pré-história*, *Idade Antiga*, *Idade Média*, *Idade Moderna* e *Idade Contemporânea*. Assim sendo, obtivemos a seguinte distribuição no Gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3: Percentuais de distribuição de Períodos Históricos presentes nos temas das propostas didáticas das 35 dissertações e teses analisadas.



Obs: O total de classificações para os períodos ultrapassa o total de 35 trabalhos porque várias das pesquisas abordaram mais de um período histórico em suas propostas didáticas.

Fonte: Elaboração própria

Notamos uma expressiva concentração dos estudos na Idade Moderna, com 71,4% dos trabalhos relacionados a este período histórico, seguida pela Idade Contemporânea, com 40% dos trabalhos. Tal situação alia-se ao fato observado anteriormente de que a grande maioria (80%) dos trabalhos analisados é da área da Física. Embora a Mecânica clássica e o Eletricidade estejam retratadas na história desde a antiguidade clássica, os experimentos nestas sub-áreas aludiram mais às

idades moderna e contemporânea, concentrados em autores renomados como Galileu Galilei, Isaac Newton e Albert Einstein.

Tais considerações apontam para o próximo descritor analisado, o do(s) **Cientista(s) Envolvido(s)** no(s) experimento(s) propostos ou realizados nas atividades didáticas com os estudantes.

Em relação a este descritor, cabe ressaltar neste momento que ao longo dos trabalhos vários outros cientistas foram utilizados como referenciais teóricos, ou mesmo nos textos utilizados nas sequências didáticas. Entretanto aqui estamos focando nos cientistas diretamente envolvidos nos experimentos históricos, ou seja, aqueles a quem foi atribuída a concepção ou realização destes. Tal procedimento fez com que obtivéssemos um total de 55 cientistas, sendo que 14 deles foram citados em mais de um trabalho. Os outros 41 foram referenciados em somente 1 trabalho. Os dados detalhados com o número de trabalhos por cientista e sua respectiva data de nascimento e falecimento estão no Apêndice 5.

De forma geral, este descritor mostrou haver uma grande variedade de cientistas citados. Esta grande quantidade e variedade de nomes lembrados parece apontar que os trabalhos, mesmo que de uma forma indireta, sugerem que o desenvolvimento histórico da ciência não está vinculado a alguns poucos nomes. Com isso podem contribuir para minimizar a concepção tradicional de que o progresso da ciência esteja ligado a alguns poucos “gênios” ou mentes brilhantes, e mostrando que a construção do conhecimento científico é um processo coletivo, construído com o esforço de vários cientistas individualmente ou de grupos de cientistas.

Após a coleta destes dados, utilizamos o programa *Word Cloud Generator* para gerar uma nuvem de palavras e podermos visualizar quais foram os cientistas mais citados. Devido às limitações técnicas do programa ao gerar a nuvem de palavras, optamos por utilizar somente o sobrenome dos cientistas. Sendo assim, obtivemos a nuvem ilustrada na Figura 6 a seguir.

Como podemos visualizar nessa Figura, Galileu foi o cientista mais citado, estando presente em 8 trabalhos (T05, T12, T14, T17, T21, T26, T30 e T33). Ainda dentro deste contexto, 6 trabalhos (T05, T12, T14, T17, T26 e T33) buscaram reproduzir o famoso experimento do plano inclinado de Galileu. Este fato também está relacionado à significativa quantidade de trabalhos em Mecânica Clássica (12 trabalhos, ou 34,3% do total). Outros cientistas bastante citados foram Hans Christian Ørsted, presente em 5 trabalhos; Isaac Newton, presente em 4 trabalhos; Aristóteles

e Johannes Kepler, ambos presentes em 3 trabalhos cada um, nesta sub-área da Física.

Figura 6: Nuvem de palavras obtida a partir dos cientistas referenciados nas atividades de experimentação nas 35 dissertações e teses que trataram sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências.



Fonte: Elaboração própria com uso do aplicativo *Word Cloud Generator*

É importante salientar que o único trabalho encontrado que utilizou uma personalidade histórica brasileira foi o T09. Nesta pesquisa o autor conta uma parte importante da biografia do cientista e inventor Alberto Santos Dumont, revelando sua importância na história da aviação e mostrando que o Brasil também teve sua contribuição na história da Física. Este também foi o único trabalho que abordou o tema “Dinâmica dos fluidos” no Ensino Médio, pois este assunto geralmente só é tratado na Educação Superior.

Para explicar a Física do voo em sua experiência didática, o autor usou as Leis de Newton e o Princípio de Bernoulli, e analisou os resultados por meio de relatórios, questionários e observação participativa com os alunos. Segundo o autor, a discussão histórica de um problema físico trouxe perspectivas diferentes à

compreensão da Física. Além disso, o conhecimento da história da aviação não somente trouxe motivação ao autor e aos alunos, como também humanizou a imagem dos cientistas para estes estudantes, lhes permitindo um melhor poder argumentativo e uma melhor compreensão sobre o voo.

Mesmo que haja uma diversidade de nomes citados e utilizados nos trabalhos, a predominância de alguns “cientistas famosos” nos remete ao conceito do uso de “argumentos de autoridade” por Martins (2006, p. 30), no qual o autor afirma que “invocar uma pretensa certeza científica baseada em um nome famoso é um modo de impor crenças e de deixar de lado os aspectos fundamentais da própria natureza da ciência”. Segundo o autor, essa mitificação do trabalho científico é bastante comum, e o público em geral, incluindo os estudantes e professores, concebe a ciência como um conhecimento verdadeiro e imutável que foi provado e descoberto por grandes gênios, como se tivesse surgido pronto da cabeças destes gênios. Entretanto, como ressalta o autor:

[...] Muitas vezes, as teorias que aceitamos hoje foram propostas de forma confusa, com muitas falhas, sem possuir uma base observacional e experimental. Apenas gradualmente as idéias vão sendo aperfeiçoadas, através de debates e críticas, que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais. (MARTINS, 2006, p. 22).

Ainda em relação a essa situação, Gil-Perez *et al.* (2001) identificaram 7 visões deformadas sobre a construção do conhecimento científico vinculadas ao ensino de ciências. Dentre elas se encontra uma *visão individualista e elitista da ciência*, na qual os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo e dos intercâmbios entre equipes. Segundo os autores, tal visão “faz crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria (GIL-PEREZ *et al.* 2001, p. 133).

Os autores também discutem os modos como o ensino vem propagando essa e outras concepções, ao não se fazer um esforço para tornar a ciência acessível e nem para mostrar o seu caráter de construção humana, em que não faltam hesitações nem erros, situações semelhantes às dos próprios alunos.

Por esse motivo, é importante proporcionar aos alunos a ideia de que muitas das teorias científicas que conhecemos na atualidade são bastante diferentes de quando foram concebidas inicialmente, e que foram construídas por tentativa e erro

muitas vezes, pois o processo de construção do conhecimento científico é complexo e não segue uma sequência de etapas a serem seguidas sempre, como se fosse uma receita de bolo. Nesse sentido, fazer um estudo histórico de como um determinado cientista desenvolveu sua pesquisa pode ter um papel mais significativo para o aprendizado do processo científico pelos estudantes do que utilizar um manual de metodologia científica (MARTINS, 2006). Isto evidencia uma outra importância dos trabalhos que envolvem Experimentação e HFC que foram analisados na presente pesquisa.

5.2 Panorama Educacional das atividades propostas/realizadas da produção acadêmica analisada.

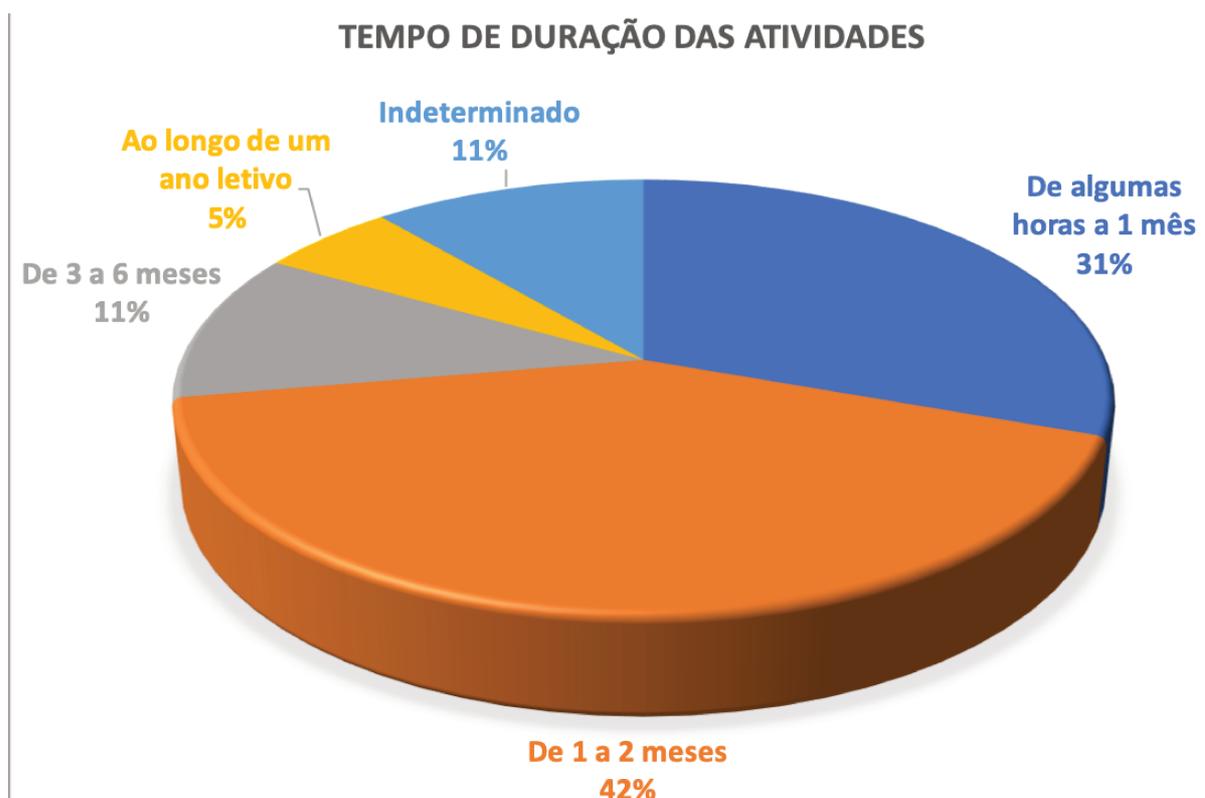
Passaremos a analisar os resultados de classificação para os descritores de base educacional, começando pelo descritor **Tempo de duração das atividades propostas**. Buscamos verificar, por meio da leitura e análise dos textos, quanto tempo foi utilizado para a realização das atividades propostas pelos autores. No caso dos trabalhos que apenas propuseram, mas não aplicaram as atividades, examinamos o texto completo para descobrir se o autor esclarecia o tempo necessário para execução destas atividades. Nos trabalhos em que esta informação não estava clara no texto, procuramos inferir o tempo mediante a leitura das propostas didáticas. Ainda assim, em algumas pesquisas (T07, T19 e T21) não foi possível determinar o tempo de duração das atividades propostas.

Diante desse contexto, dividimos os resultados para este descritor em 5 grupos:

- 1) Atividades que duraram algumas horas-aulas, e com duração máxima de 1 mês.
- 2) Atividades que duraram até 2 meses.
- 3) Atividades que duraram até 6 meses.
- 4) Atividades que duraram todo o ano letivo.
- 5) Atividades com tempo indeterminado ou não especificado, em que pela leitura do texto não foi possível caracterizar o tempo para sua realização.

Os resultados para este descritor podem ser observados na Gráfico 4 a seguir.

Gráfico 4: Distribuição percentual das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências de acordo com o Tempo de Duração das atividades propostas.



Fonte: Elaboração própria

Por meio da análise deste gráfico é possível verificar que a grande maioria dos trabalhos (73%) procurou desenvolver atividades com até 2 meses de duração. Acreditamos que a duração relativamente curta das atividades experimentais presente na maioria dos trabalhos se deva a dois fatores principais: O primeiro é a dificuldade dos professores em implementar propostas de longa duração em espaços escolares devido à quantidade de horas-aulas serem escassas para os professores cumprirem os conteúdos mínimos que lhes são cobrados por suas equipes gestoras e redes de ensino, não havendo muita flexibilidade para implementar propostas que demandem uma quantidade maior de tempo que uma aula tradicional (FORATO et al. 2011). Este foi, inclusive, um fato comumente relatado pelos autores dos trabalhos.

O segundo fator é a limitação de tempo para o pós-graduando cumprir os prazos de integralização de seu curso, que em muitos casos foi dividido com suas atividades profissionais, o que pode ser um complicador principalmente para os pesquisadores de mestrado, que constituíram a grande maioria (85,7%) dos autores dos trabalhos analisados.

Ainda sobre este ponto, outra situação presente em alguns trabalhos é que seu foco ficou dividido entre a elaboração e aplicação dos experimentos, ou outras atividades que constatamos ao longo da leitura do texto, tais como análise de livros didáticos, elaboração de produtos didáticos em forma de apostila para os professores e alunos e tradução de artigos originais dos cientistas. Dessa forma, o tempo dedicado à realização do experimento histórico provavelmente foi exíguo.

Em relação aos 3 trabalhos em que não foi possível determinar o tempo de duração dos experimentos ou atividades propostas, isso ocorreu por se tratarem de trabalhos que elaboraram experimentos que foram somente propostos mas que não foram efetivamente aplicados em sala de aula. Como no caso do T07 e do T19, nos quais mesmo após a leitura do texto completo não foi possível inferir este dado. No caso do T21, em que as atividades propostas pelo autor ocorreriam em um espaço não-formal de ensino (um museu de ciências), o autor não especificou o tempo que esperaria que os participantes ficassem em cada experimento ou ambiente que foi elaborado em sua proposta didática, haja visto que não faz sentido determinar-se o tempo que cada visitante deveria ficar em cada ambiente ou espaço de um museu.

Um ponto que cabe ser destacado é que os dois trabalhos (T22 e T25) que tiveram as atividades realizadas ao longo de um ano letivo foram desenvolvidos em escolas com características bastante singulares, as quais certamente favoreceram a introdução das propostas.

O T22 foi um trabalho no qual o autor realizou uma série de experimentos históricos sobre eletromagnetismo com 3 turmas do 3º ano do Ensino Médio do Colégio Pedro II²⁶ do Rio de Janeiro (RJ), notório pela sua elevada qualidade de ensino. Já o autor do T25 elaborou algumas atividades sobre o conceito de espaço, como o experimento de Eratóstenes para estimar o raio da Terra, o experimento de Edmond Halley de determinação da unidade astronômica, além de estimativas de algumas distâncias entre estrelas e galáxias. Estas atividades foram aplicadas na Escola Germinare²⁷ em São Paulo (SP), uma entidade sem fins lucrativos mantida por empresas e doações, e que visa a formação de jovens para cargos de liderança no ambiente empresarial.

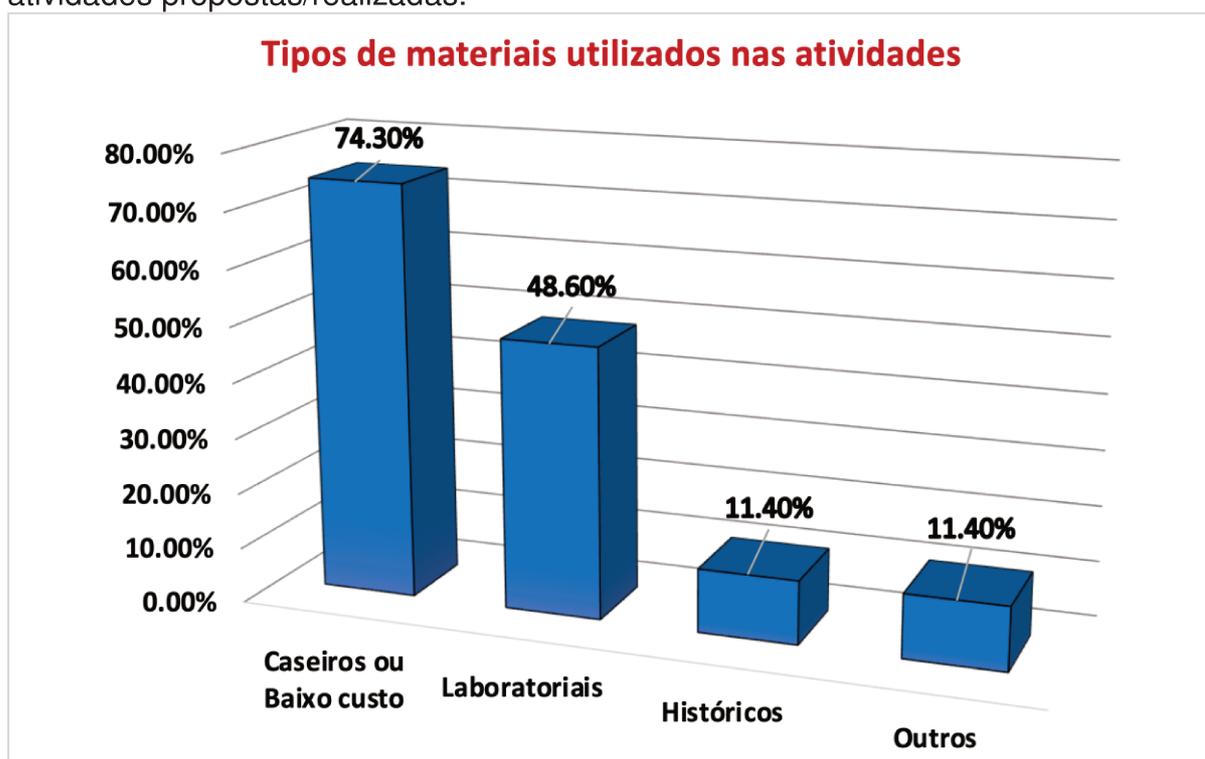
A relação de distribuição dos trabalhos com relação ao tempo de duração das atividades propostas e os seus respectivos códigos encontra-se no Apêndice 6.

²⁶ Disponível em: <<https://www.cp2.g12.br/index.php>>. Acesso em 02 de Julho de 2020.

²⁷ Disponível em: <<http://www.escolagerminare.org.br/>>. Acesso em 02 de Julho de 2020.

Passaremos agora a discutir o descritor **Tipos de Materiais utilizados**, no qual consideramos quatro tipos principais: Materiais caseiros ou de baixo custo; Materiais Laboratoriais; Materiais Históricos; Outros tipos de materiais (Ex. tecnologias de informação e comunicação - TIC). Diante desse contexto obtivemos os seguintes resultados, ilustrados no gráfico 5 a seguir.

Gráfico 5: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências de acordo com os Tipos de Materiais utilizados nas atividades propostas/realizadas.



Fonte: Elaboração própria

Aqui constatamos que a grande maioria (74,3%) dos trabalhos utilizou materiais caseiros ou de fácil acesso para a execução de todos ou ao menos de parte dos experimentos que propuseram. Isso provavelmente ocorre como uma adaptação à realidade de grande parte das escolas do Brasil, considerando que apenas 34,7% das escolas estaduais e 27,1% das escolas municipais de ensino médio possuem acesso a materiais científicos, como apontamos no Capítulo 1, utilizando os dados do Censo Escolar de 2020 (BRASIL, 2020). No ensino fundamental a situação é ainda mais precária, pois somente 25% das escolas estaduais e 7,7% das escolas municipais possuem acesso a materiais científicos. Ainda assim, constatamos que

uma significativa quantidade de trabalhos (17 pesquisas) fez uso de materiais laboratoriais durante o desenvolvimento das atividades experimentais.

Segundo os próprios autores dos trabalhos, a utilização de materiais laboratoriais se deve a motivos como: maior precisão e confiabilidade na coleta de dados, essencial em algumas propostas e experimentos; além desses materiais garantem maior segurança para o professor e os alunos durante a execução dos experimentos. Como afirma Borges (2002), o uso de instrumentos científicos também pode servir para o desenvolvimento de habilidades práticas ou técnicas que dificilmente o estudante tem oportunidade de aprender fora do ambiente escolar. Um outro aspecto mencionado pelo autor é que há uma maior conveniência e segurança para os professores e alunos ao usar esses materiais em um ambiente como o laboratório escolar, quando este está disponível, pois ao ter um local específico para realização dos experimentos isso lhes permite acompanhar as atividades por um período mais prolongado, com menor risco de interferência de agentes externos ou de interferir em outras atividades no espaço escolar.

Destacamos também que apenas 4 trabalhos utilizaram outros tipos de materiais, como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Este foi o caso do T20, que utilizou as TIC na criação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) para a simulação de experimentos computacionais de reprodução de anfíbios. Já o T32 utilizou TIC para propor uma atividade de medição de circunferência da Terra em laboratório remoto. Diante dessa situação, mais uma vez verificamos que há um grande potencial a ser explorado dentro desta temática.

Borges (2002) aponta algumas vantagens da abordagem baseada em TIC:

- 1) A possibilidade de a coleta de dados poder ser feita em tempo real, de forma rápida, e ser repetida muitas vezes se for necessário.
- 2) O custo e a facilidade de acesso a estes equipamentos ter diminuído nos últimos anos, tornando-se alternativas competitivas aos equipamentos convencionais de laboratório.
- 3) Os recursos que estes equipamentos possuem, tais como exibição automática de diferentes formas de gráficos, controle de interface via software, ajustes de escalas, tabelas... dentre outros.
- 4) Os laboratórios baseados em TIC permitem que o estudante dedique menos tempo à coleta e apresentação dos dados, com isso ele dispõe de mais tempo para o controle de outras partes do processo, como o planejamento da atividade, a seleção do que medir, execução da investigação e interpretação e avaliação dos resultados.

Para o autor do T33, que fez a experiência do plano inclinado de Galileu com estudantes do 1º Ano do Ensino Médio, utilizando-se de medições manuais seguidas de medições automatizadas, o uso de TICs deve ser feito de forma a auxiliar nas aulas, um recurso a mais no processo de ensino-aprendizagem, nunca como recurso único e muito menos substituto do professor, ou seja, as TICs devem ser aliadas aos demais recursos existentes, cabendo ao professor a responsabilidade de dosar o tempo de uso de cada recurso, e o da criação de um ambiente onde o aluno seja o foco, onde possa perguntar, refletir, debater, duvidar, pesquisar, e ambos aluno e professor possam se sentir responsáveis pelo processo de ensino-aprendizagem.

Em face disso, não defendemos uma adesão irrefletida e não-planejada ao uso das TICs nas atividades de experimentação. Assim como Borges (2002), sabemos que a mera escolha ou utilização destes equipamentos não irá resolver os problemas relacionados com o aprendizado de Ciências a partir das atividades experimentais. A clareza sobre o que se quer nesse tipo de abordagem continua sendo tão importante quanto em outros tipos de atividades experimentais.

É preciso considerar também que é necessário um tempo para refletir, discutir e compreender o significado das observações e resultados obtidos no experimento, o que muitas vezes não ocorre em sala de aula devido à pequena quantidade de horas-aula nas disciplinas da área de Ciências da Natureza.

A relação de distribuição dos 35 trabalhos analisados de acordo com os Tipos de Materiais utilizados nas atividades propostas/realizadas e os seus respectivos códigos encontra-se no Apêndice 7.

Outro relevante descritor que analisamos foi **Tipos de Experimentos Históricos** propostos ou aplicados nos trabalhos, de acordo com a classificação de Chang (2011) e que explanamos anteriormente no capítulo 2: *replicação histórica; replicação física; replicação por extensão; experimentos complementares à replicação.*

Em vista disso, obtivemos os dados constantes na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com os Tipos de Experimentos Históricos nas atividades propostas/realizadas.

Tipos de experimentos históricos nas atividades	Código do(s) Trabalho(s)	Nº de Trabalhos e porcentagem (%)
Replicação Histórica	T06, T17, T21, T25, T27	5 (14,3%)
Replicação Física	T03, T05, T07, T10, T11, T12, T13, T14, T16, T17, T18, T20, T22, T26, T27, T29, T30, T31, T33	18(51,4%)
Replicação por Extensão Histórica	T01, T02, T03, T04, T06, T08, T09, T11, T12, T14, T15, T17, T18, T19, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T31, T32, T34, T35	25 (71,4%)
Experimentos Complementares	T09, T22, T23, T27, T28, T35	6 (17,1%)

Obs: O número de trabalhos para os tipos de experimentos ultrapassa o total de 35 trabalhos porque várias das pesquisas utilizaram mais de um tipo de experimento em suas propostas didáticas.

Fonte: Elaboração própria a partir das categorias de Chang (2011)

Observando-se a tabela 10, verificamos que a maior parte dos trabalhos propôs ou aplicou experimentos por meio de replicação física (51,4%) ou replicação por extensão histórica (71,4%). De acordo com Chang (2011), estes dois tipos são os mais indicados no Ensino de Ciências, por propiciarem a ampliação do conhecimento histórico e auxiliarem na compreensão de conteúdo científico atual, bem como de aspectos da Natureza da Ciência, possibilitando aos estudantes a criação de novos desenhos experimentais a partir do experimento replicado.

Ainda sobre este aspecto, o autor lembra que, apesar de alguns experimentos históricos terem perdido relevância para a ciência moderna e especializada, isso não significa que as questões levantadas por tais experimentos agora não sejam importantes em um sentido absoluto. Elas ainda deveriam continuar sendo investigadas. O autor defende que a HFC pode servir como uma espécie de abrigo ou refúgio para essas e outras questões científicas negligenciadas e excluídas pela Ciência moderna. Nesse sentido, o autor afirma que a HFC complementa a Ciência atual, sem ser hostil ou subserviente a esta. Ou seja, a HFC não é um campo de estudo *sobre* a Ciência, ela é uma Ciência, apenas não como a conhecemos tradicionalmente. Por essa razão o autor a chama de "ciência complementar".

Em relação aos experimentos de replicação histórica, os quais se fazem com elementos o mais próximo possível do experimento original, o autor destaca que são os mais complexos para se executar e por isso são mais indicados aos historiadores da ciência, sendo utilizados para aprender sobre a própria História da Ciência. Esses tipos de experimento, pela sua própria natureza, implicam em uma grande dificuldade de serem reproduzidos em ambientes escolares.

Apesar disso, 5 trabalhos que analisamos procuraram, em maior ou menor grau, realizar alguns destes experimentos históricos. Aqui destacamos o T27, que construiu e utilizou réplicas do microscópio de Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723) com alunos de Licenciatura em Biologia, inclusive explicando de forma detalhada as etapas de construção destas réplicas. E o T06, que elaborou, validou, aplicou e avaliou uma sequência didática replicando os experimentos históricos de reprodução assexuada de pólipos de água doce de Abraham Trembley (1710-1784).

O seguinte descritor que analisaremos está relacionado a este que acabamos de detalhar, e trata dos **Tipos de referenciais históricos utilizados nas atividades** que foram desenvolvidas ou propostas pelos autores.

Aqui verificamos três tipos principais:

- 1) Fontes primárias (p. ex.: textos originais e/ou traduzidos dos originais dos cientistas).
- 2) Fontes secundárias (p. ex.: livros, artigos, documentários, aplicativos, softwares ou vídeos sobre os cientistas ou sobre os experimentos que desenvolveram) elaborados por autores que analisaram e estudaram as fontes primárias.
- 3) Textos e materiais didáticos e paradidáticos, produzidos pelo(a) próprio(a) autor(a) da pesquisa.

Considerando estes critérios, reunimos os dados sobre os trabalhos e elaboramos a Tabela 11 a seguir.

Tabela 11: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com os Tipos de Referenciais Históricos utilizados nas atividades propostas/realizadas.

Tipos de referenciais históricos utilizados nas atividades	Código do(s) Trabalho(s)	Nº de Trabalhos e porcentagem (%)
Fontes primárias (Textos originais)	T06, T07, T10, T12, T13, T14, T16, T17, T18, T20, T21, T22, T24, T26, T27	15 (42,9%)
Fontes secundárias (Textos de referências, vídeos, documentários etc...)	T02, T07, T09, T14, T16, T18, T20, T24, T26, T31	10 (28,6%)
Textos e materiais didáticos ou paradidáticos produzidos pelo autor	TODOS	35 (100%)

Obs: O número de trabalhos para os tipos de referenciais históricos ultrapassa o total de 35 trabalhos porque várias das pesquisas utilizaram mais de um tipo em suas propostas didáticas.

Fonte: Elaboração própria

Identificamos neste descritor que todos os trabalhos analisados desenvolveram pelo menos um tipo de material próprio. Considerando que nosso objetivo principal, descrito no capítulo 3, era o de selecionar trabalhos que realizassem práticas pedagógicas que envolvessem experimentos históricos no ensino de ciências em diferentes níveis educacionais, este foi um resultado bastante pertinente, e que parece demonstrar a preocupação dos autores das pesquisas em planejar e aplicar práticas produzindo seu próprio material.

Um exemplo claro disso é o T04, que elaborou 3 livros paradidáticos sobre Física os quais apresentaram conteúdos sobre Eletricidade e Eletromagnetismo por meio de uma narrativa ficcional na voz de 4 adolescentes. A autora apresentou estes livros para alunos de Ensino Fundamental e Médio, que se mostraram motivados e interessados pelos experimentos propostos, porém esta menção é bastante breve e sem detalhar como ocorreu. Apesar deste ter sido um trabalho de mestrado acadêmico, teve características de um mestrado profissional, ou seja, o seu foco principal foi o desenvolvimento de um “produto educacional”, o qual neste caso foi a produção dos livros paradidáticos.

Tais considerações apontam para os mestrados profissionais, que representam 13 dos 35 trabalhos que analisamos. Nesses cursos há uma exigência

da Capes²⁸ para o desenvolvimento de um “produto educacional”, que pode ser um pequeno livro, manual de atividades, sequência didática, software, jogo educativo, etc. Geralmente, o produto apresenta uma proposta de ensino ou de formação de professores que foi desenvolvida pelo(a) mestrando(a) e seu (sua) orientador(a).

Entretanto, como lembra Schäfer (2013), ao concluírem o mestrado profissional, muitos egressos costumam se afastar de sua instituição de formação e fazem mudanças em suas vidas profissionais. Isto parece dificultar a inserção e continuidade do uso do “produto educacional” nos ambientes escolares. Ou seja, este acaba não sendo avaliado em relação às suas qualidades, defeitos ou potencialidades educacionais. Conforme mencionamos no início deste capítulo, 7 trabalhos que analisamos apenas “propuseram” os experimentos e atividades, mas não chegaram a aplicá-los.

Outro dado relevante que verificamos é que menos da metade dos trabalhos (42,9%) se utilizou das fontes primárias. Isso pode refletir uma dificuldade de acesso aos textos originais por parte dos autores dos trabalhos, mas também pode revelar a dificuldade de compreensão de uma língua estrangeira, como o inglês²⁹.

Como já apontamos no capítulo 2, há uma necessidade de maior disponibilidade de acesso dos professores a materiais de HFC em português. Aqui destacamos o T07, que em sua tese traduziu 10 artigos originais de Stephen Gray sobre Eletrostática, além de ter produzido recursos didáticos à professores de Ensino Médio.

Faremos agora a análise dos resultados para o descritor **Tipo(s) de abordagem(s) pedagógica(s)** utilizadas nos trabalhos, adotando a classificação de Fernandes e Megid Neto (2016), apresentada no Capítulo 3.

É preciso considerar que, apesar de vários trabalhos citarem diferentes autores como referenciais teóricos, ou mesmo os utilizarem para referenciar a montagem das Sequências Didáticas (SD), diversos destes trabalhos acabaram desenvolvendo uma abordagem diferente da que propuseram. Dessa forma, houve uma diferença entre o *nível de propósito*, presente nos referenciais teóricos e nas

²⁸ Capes (2009). Portaria nº 7, de 22 de junho de 2009. Dispõe sobre o mestrado profissional.

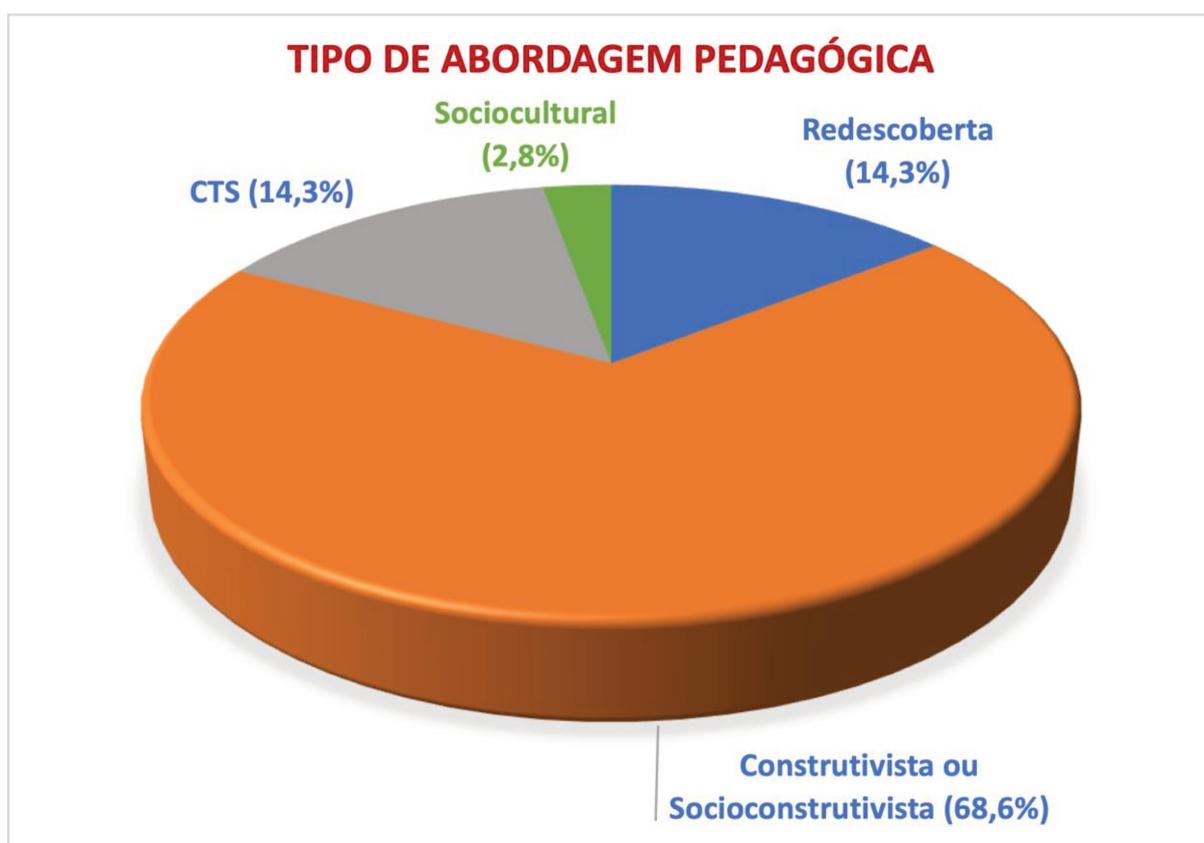
²⁹ Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/emprego/brasileiros-nao-sabem-falar-ingles- apenas-5-dominam-idioma-6239142>>. Acesso em 02 de Julho de 2020.

propostas didáticas, e o *nível de fato*, caracterizado pelo desenvolvimento das práticas que de fato ocorreram com os estudantes, conforme classifica Fracalanza (2006).

Diante desse contexto, nos concentramos na abordagem que de fato foi realizada na sequência didática proposta/realizada com os estudantes para fazermos a análise deste descritor.

Nessa perspectiva, obtivemos os dados ilustrados no gráfico 6 a seguir.

Gráfico 6: Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História das Ciências no Ensino de Ciências, de acordo com o Tipo de abordagem pedagógica das atividades.



Fonte: Elaboração própria com base nas categorias de Fernandes e Megid Neto (2016)

A relação de distribuição dos 35 trabalhos analisados, de acordo com os Tipos de abordagem pedagógica utilizados nas atividades propostas/realizadas e os seus respectivos códigos, encontra-se no Apêndice 8.

Exemplos das divergências entre o que os autores propuseram e o que de fato realizaram foram os trabalhos T14 e T15, que na parte teórica de suas pesquisas utilizaram como referências autores Construtivistas ou Socioconstrutivistas, mas que

pela leitura do texto e principalmente das SD desenvolvidas percebemos que tiveram uma abordagem muito mais próxima do modelo de Redescoberta.

No caso do T14, o autor adota os pressupostos da concepção construtivista de forma geral, sem se ater a um autor específico, embora cite eventualmente autores como Ausubel, Vigotsky e Piaget. Porém ao longo do desenvolvimento das SD sobre experimento da queda dos corpos (Experimento da Torre de Pisa) e do plano inclinado de Galileu, depreendemos que o autor teve uma abordagem bem mais próxima do modelo de Redescoberta, com coleta de dados em tabelas, construção de gráficos com os dados coletados e questões pré-teste e pós-teste com avaliação de percentagens de erros e acertos dos alunos.

No mesmo sentido foi o autor do T15, que utilizou Jean Piaget e Paulo Freire como referenciais pedagógicos de sua pesquisa, mas que no desenvolvimento das atividades sobre as Leis de Kepler com alunos de Ensino Fundamental e Médio utilizou roteiros mais fechados e atividades bem definidas.

Também é preciso considerar que nenhum modelo pedagógico é puro, nem mutuamente exclusivo pois, como Fernandes e Megid Neto (2016) apontam, estes modelos podem em alguns momentos se complementar ou sobrepor. Isso explica porque parte das pesquisas utilizou autores com visões de ensino bastante diferentes nas pesquisas, ou até mesmo a ausência de um referencial claro, principalmente nas pesquisas de Mestrado Profissional. Examinaremos este ponto de forma mais detalhada no item 5.3.

Outro dado relevante que verificamos foi o de que nenhuma das pesquisas adotou uma abordagem tradicional ou uma abordagem tecnicista. Isto de certa forma era até esperado, pois seria uma incongruência constatar que uma pesquisa que buscasse desenvolver uma proposta tão inovadora de articular HFC com Experimentação no Ensino de Ciências adotasse abordagens tão criticadas nesta área de ensino.

Observando os dados obtidos no Gráfico 6, constatamos que a maioria expressiva dos trabalhos (68,6%) teve abordagem Construtivista ou Socioconstrutivista, e poucos adotaram abordagem CTS (14,3%) ou Sociocultural (2,8%). Acreditamos que isso se deva a uma maior dificuldade pelos professores em relacionar temas específicos de Física dentro destas perspectivas pedagógicas, pois elas demandam maior discussão de aspectos sociais e culturais da ciência, ou sobre

o desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo com respeito à realidade social.

Estas dificuldades ocorrem por diferentes razões, que perpassam questões como as carências na formação inicial e continuada dos professores de Ciências, assim como a pressão nas escolas para cumprir os conteúdos curriculares mínimos em vista das provas de avaliação de aprendizagem em larga escala e dos exames para ingresso na Educação Superior.

Ainda em relação a este descritor, verificamos ou uma ausência de aportes teóricos claros, ou uma incoerência entre estes aportes e a atividade didática proposta, em ao menos 14 (quatorze) dos 35 trabalhos, sendo 13 destes trabalhos de Mestrado Profissional (T02, T11, T16, T17, T19, T23, T25, T26, T29, T30, T31, T32, T34), e o outro de Mestrado Acadêmico (T24).

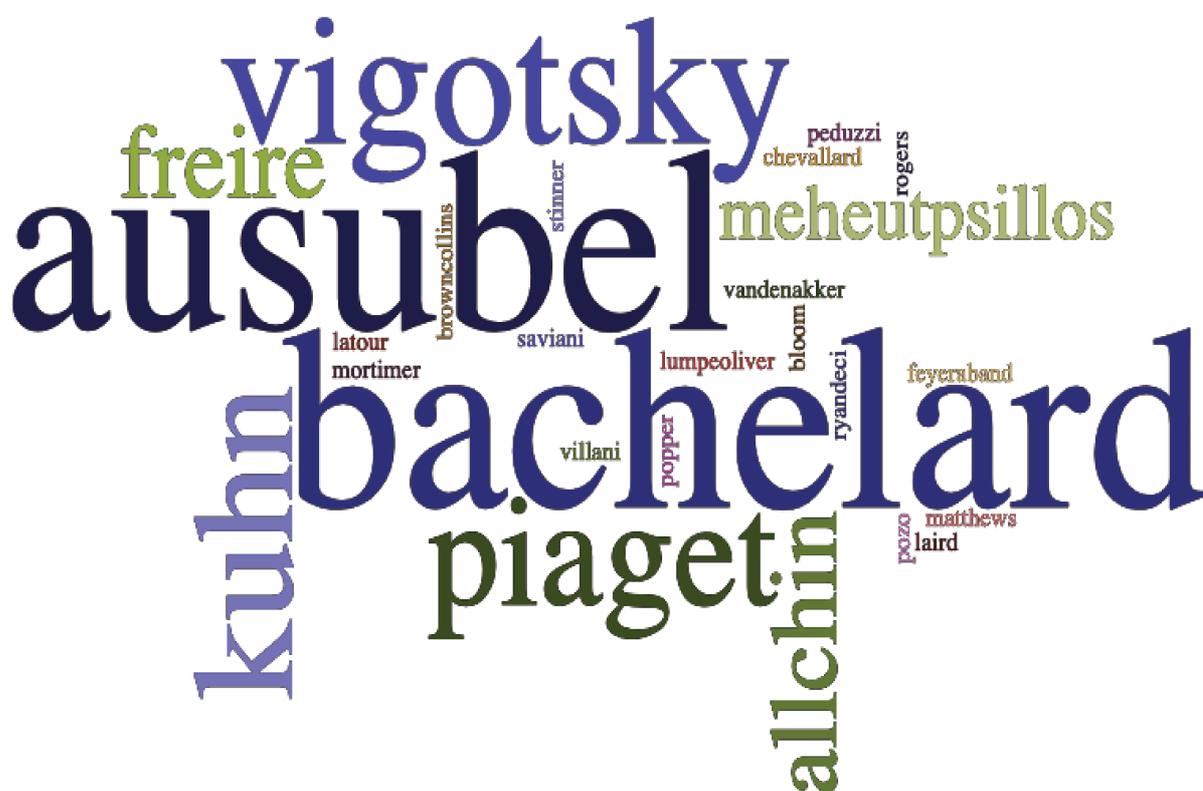
Estes dados remetem aos de Damasio e Peduzzi (2017), que analisaram 41 dissertações e teses, no período de 2005 a 2014, que defenderam o ensino de história da ciência na educação científica. Eles verificaram que 34% (14) dos trabalhos não declararam seu aporte filosófico ou teórico ao defenderem o uso didático de HFC. Além disso, 63% (26) dos trabalhos não informaram qual teoria de aprendizagem orientou o desenvolvimento da pesquisa. Segundo os autores, embora o campo da pesquisa em ensino de ciências esteja consolidado na atualidade, a ausência de fundamentação teórica ou filosófica inviabiliza a articulação com os referenciais metodológicos, sendo esta uma das debilidades apontadas da pesquisa em educação em ciências.

Assim como os autores, acreditamos que esta ausência de referenciais teóricos claros indica que existe pouca atenção, em uma parte significativa dos estudos, à questão de como os estudantes aprendem. Isso é importante ao se pensar em sugerir o uso didático de algum conhecimento científico. Para que isso ocorra, é essencial que haja uma coerência entre a proposta didática com um referencial em teoria de aprendizagem.

Como afirma Moreira (2016), pesquisar é produzir conhecimento dentro de um marco teórico, metodológico e filosófico consistente e coerente. E afirma que, apesar da área de pesquisa em ensino de ciências ser atualmente um campo já consolidado, ainda possui algumas deficiências como justamente uma quantidade significativa de trabalhos sem referencial teórico ou com um referencial que não se articula com os objetivos da pesquisa.

Considerando os diferentes tipos de abordagens pedagógicas, investigamos em seguida os **nomes dos autores** dos referenciais teóricos mais citados nos trabalhos. Para tanto, mais uma vez utilizamos o programa *Word Cloud Generator* para gerar uma nuvem de palavras e podermos visualizar quais foram os referenciais mais citados. Devido às limitações técnicas do programa ao gerar a nuvem de palavras, optamos por utilizarmos somente o sobrenome dos autores referenciados. Em vista disso, obtivemos a nuvem ilustrada na Figura 7 a seguir.

Figura 7: Nuvem de palavras obtida a partir dos referenciais teóricos citados nas atividades de experimentação das 35 dissertações e teses que trataram sobre experimentação e história das ciências no ensino de ciências.



Fonte: Elaboração própria a partir do uso do aplicativo *Word Cloud Generator*

Entre os trabalhos que citaram autores referenciais teóricos, destacam-se as principais referências das concepções construtivistas e socioconstrutivistas de teorias da aprendizagem. Desses, destacamos David Ausubel, presente em 7 trabalhos; e Jean Piaget, presente em 4 trabalhos, que são vinculados principalmente ao construtivismo centrado no sujeito do aprendiz. Também se destacou o autor Lev Vigotsky, da linha socioconstrutivista, presente em 5 trabalhos. Temos também Gaston Bachelard, da linha da pedagogia científica, referência teórica em 7 trabalhos.

A autora Sonia Salem (2012) encontrou resultados semelhantes em sua tese de doutorado, na qual analisou o perfil e a evolução da produção acadêmica da área de pesquisa em Ensino de Física no Brasil ao longo de 40 anos, e verificou a permanência nas últimas décadas “no eixo da psicologia do desenvolvimento como referência dominante no olhar para os processos de ensino e aprendizagem” (SALEM, 2012, p. 291).

Chamou a nossa atenção o fato que o autor brasileiro Paulo Freire, uma referência mundial em trabalhos acadêmicos e o autor brasileiro mais citado no mundo na área de Educação³⁰, esteve presente em apenas 3 trabalhos (T10, T15, T17). O T10, por exemplo, propôs a experiência do Balde de Newton com alunos de Ensino Médio a fim de problematizar a concepção da Natureza da Ciência, embasado na concepção freiriana de educação dialógico-problematizadora na vertente emancipatória. O autor, no entanto, relata que o reconhecimento pelos alunos do fenômeno físico envolvido na experiência foi bastante difícil, mas que a experiência se mostrou significativa no sentido de proporcionar aos alunos uma oportunidade singular do estudo de conceitos físicos em que a experiência pôde contribuir para a humanização da Ciência.

O T17 foi outro trabalho que utilizou o educador brasileiro como referencial teórico ao propor a recriação de experimentos de Galileu em simulações feitas em computador. O autor não chegou a aplicar os experimentos devido ao curto período de que dispunha e, por isso, optou por apenas produzir as simulações e sugestões de estratégias de utilização para os professores de Ensino Médio. Porém ao se analisar os experimentos e estratégias propostos pelo autor, verifica-se que seguem uma abordagem pedagógica do tipo redescoberta, uma perspectiva bastante distinta da de Paulo Freire. Ou seja, este é um caso de pesquisa em que o referencial teórico não se articula com as propostas pedagógicas e resultados da pesquisa.

Os dados completos contendo todos os autores citados nos trabalhos estão no Apêndice 9.

³⁰ Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/noticias/bbc/2019/01/12/paulo-freire-como-e-visto-no-externo-o-legado-do-educador-brasileiro.htm>>. Acesso em 02 de Julho de 2020.

5.3 Limites, Perspectivas e Possibilidades para a realização de atividades envolvendo Experimentação e História e Filosofia das Ciências no Ensino das Ciências.

5.3.1) As dificuldades/barreiras encontradas nos trabalhos desenvolvidos

Os resultados obtidos nesta pesquisa reforçam as palavras de Teixeira e Megid Neto (2005), ao considerarem que o estabelecimento de um processo reflexivo contínuo sobre a qualidade da pesquisa educacional realizada no Brasil é fundamental. Para os autores:

[...] uma das questões importantes a analisar refere-se ao impacto dessas pesquisas, em termos de geração de conhecimentos e constituição de um corpo sólido e abrangente de saberes capazes de impulsionar essa área de pesquisa e a melhoria da qualidade educativa nos mais diversos níveis de ensino. (TEIXEIRA; MEGID NETO, 2005, p.2)

Como afirmam os autores, há de se considerar que para essa área de pesquisa avançar, é necessário conhecê-la por suas virtudes e deficiências. Esta tese busca contribuir neste intento. É evidente que estudos envolvendo a Experimentação aliada à História e Filosofia das Ciências no Ensino de Ciências estão em crescimento nos últimos anos, especialmente a partir dos anos 2010. Entretanto este é um campo de estudo que ainda possui dificuldades de implementar propostas didáticas e obter resultados mais consolidados e permanentes a partir destas propostas. Isso ocorre por diferentes fatores encontrados na literatura e nos trabalhos aqui examinados, que discutiremos em seguida.

O primeiro é a dificuldade de implementar atividades dentro dessa perspectiva de forma mais regular e duradoura. Como vimos, a maioria das sequências didáticas dos trabalhos têm uma duração muito curta e foi aplicada somente uma vez com um grupo restrito de estudantes, o que a nosso ver dificulta a abordagem de aspectos importantes da HFC, principalmente no que se refere a discussão com os estudantes sobre aspectos da Natureza da Ciência. Considerando estes aspectos, parece-nos que as atividades que estes propõem acabam fornecendo somente um vislumbre de aspectos históricos e filosóficos da Ciência. Apesar disso, é importante ressaltar que valorizamos e enaltecemos todo o esforço realizado pelos pesquisadores na elaboração e aplicação de suas propostas, pois sabemos das inúmeras dificuldades de se fazer pesquisa educacional no Brasil, e que se tornam

ainda mais evidentes no caso de pesquisadores que acabam dividindo seu tempo como alunos de pós-graduação/pesquisadores com o seu tempo como professores.

Um segundo fator, diretamente relacionado a esta questão do tempo para os professores-pesquisadores, é que o foco de vários trabalhos analisados ficou dividido entre a elaboração das atividades didáticas e outros objetos de estudo, como a análise de livros didáticos e paradidáticos de ensino fundamental, médio e até superior ou a tradução de artigos originais dos cientistas. Estas análises e traduções serviram ou como forma de ilustrar os problemas das abordagens destas coleções, ou para embasar e justificar a produção do material didático a que os autores se propuseram. Nos trabalhos em que houve esta divisão de foco, notamos que o desenvolvimento das atividades experimentais parece ter sido prejudicado, tendo estas sido aplicadas muito rapidamente com os alunos ou nem sequer aplicadas.

Um terceiro e importante fator é que na maior parte dos trabalhos as atividades foram aplicadas a uma pequena quantidade de alunos. Verificamos que isso aconteceu por razões como: a dificuldade de se obter, trabalhar e processar dados de um grande número de alunos dentro de um prazo curto, e que foram ponderadas pelos pesquisadores antes de iniciar sua pesquisa. É importante ressaltar que muitos dos autores relataram uma diminuição da quantidade de turmas e de alunos com os quais aplicaram as atividades e coletaram os dados para sua pesquisa por disporem de pouco de tempo para sua realização e análise. Essa é uma questão a ser considerada principalmente em pesquisas de mestrado e que, como já afirmamos, compõem a grande maioria do *corpus* desta tese.

Por fim, pode ser que a baixa quantidade de alunos analisados ao longo dos trabalhos seja um sinal de que implantar este tipo de abordagem de forma mais ampla nas escolas tenha enfrentado dificuldades organizacionais e administrativas ou resistência das equipes gestoras.

Nesse contexto, verificamos que a maior parte dos autores dos trabalhos de mestrado não conseguiu discutir de forma aprofundada se as suas sequências didáticas ou atividades propostas, de fato, permitiram que os alunos compreendessem aspectos de NdC ou da construção do conhecimento científico, ou se na realidade a maior motivação que os alunos tiveram em desenvolver as atividades experimentais lhes permitiu um melhor aprendizado, principalmente a longo prazo. Isso provavelmente se deve ao tempo escasso para desenvolverem seus trabalhos, como já relatamos aqui. Porém também pode ter decorrido de uma falta de clareza sobre o

que se pretendia conseguir com as atividades orientadas pela pesquisa educacional. Para Borges (2002), o manuseio de objetos e equipamentos, bem como a coleta de dados são quase sempre vistos como as atividades mais importantes para os alunos e professores. Com isso, sobra muito pouco tempo e esforço para a discussão, reflexão e compreensão do significado das observações e resultados obtidos pelos alunos.

Ainda no que diz respeito a esta situação, Salem (2012) analisou em sua tese de doutorado o perfil e a evolução das pesquisas em Ensino de Física no Brasil, e verificou que em grande parte delas não estão claras suas concepções de educação, referenciais e objetivos educacionais. Quando estão, especialmente nas introduções ou resumos dos trabalhos, não necessariamente voltam a ser considerados ou são coerentes e condizentes com o desenvolvimento da pesquisa.

Ao analisar especificamente os Mestrados Profissionais (MP) em Ensino de Física, a mesma autora evidenciou que os produtos educacionais obedecem a um padrão, que é: a elaboração de hipermídia, do texto de apoio, da atividade experimental e o uso das novas tecnologias de informação e comunicação (TIC), todos estes fundamentados pelas metodologias e referenciais acadêmicos e com a finalidade de prover a escola, a sala de aula e o professor com materiais e recursos didático-pedagógicos, como já acontecia em décadas passadas, mas agora com uma “nova roupagem”, a do uso de metodologias e referenciais acadêmicos e com o caráter inovador do ponto de vista da tecnologia educacional. Ela considera que a produção dos MP está entrando em cena como uma espécie de “tábua de salvação” do ensino escolar, diante das dificuldades e das lacunas deixadas pela produção acadêmica anterior na área de Ensino de Ciências.

Como apresentamos no início deste Capítulo, 7 trabalhos apenas propuseram as atividades experimentais, mas não chegaram a testá-las ou aplicá-las com estudantes. Seria pertinente que seus autores tivessem explicitado de forma mais clara as justificativas de porque não chegaram a aplicar seus Produtos Educacionais, o que enriqueceria o debate do uso de HFC no ensino de ciências e contribuiria para um melhor desenvolvimento deste campo de estudo no ensino de ciências. Isto é ainda mais importante no caso dos Mestrados Profissionais, pois como lembram Moreira e Nardi (2009), esses produtos precisam ser aplicados em condições reais de sala de aula ou de espaços não formais ou informais de ensino, relatando os resultados dessa experiência.

Um último fator que observamos é a dificuldade de realizar atividades interdisciplinares nas escolas dentro da perspectiva de Experimentação aliada à HFC, evidenciada pelo reduzido número de trabalhos que encontramos com essa característica, além de terem abrangido apenas duas áreas de conhecimento, Física e Matemática.

Mais uma vez acreditamos que isto pode ter ocorrido por dificuldades de modificação ou reorganização do currículo escolar por conta de uma pesquisa acadêmica, ou mesmo por uma resistência da equipe gestora da escola ou de professores de variadas disciplinas em implantar projetos deste tipo.

Para nós esta é uma questão importante, pois a área de pesquisa em Ensino de Ciências possui uma constituição interdisciplinar, como apontam, dentre muitos autores, Cachapuz et al. (2004), mas que não se traduz nas escolas. Ao considerarem esta questão e outros 9 pontos críticos cuja alteração é necessária no Ensino de Ciências escolar, os autores alertam para o fato de que “não é de estranhar que muitos alunos não se entusiasmem pelo estudo das Ciências, não encontrem aí terreno fértil para desenvolver a sua curiosidade natural, não percebem sequer para que é que vale a pena estudar Ciências, excetuando o objetivo utilitário de se saírem bem nos exames” (CACHAPUZ et al., 2004, p. 379).

Mas porque essa situação ocorre? Para Höttecke e Silva (2010), no caso da Física a justificativa reside em uma característica cultural de seu ensino. Dentro dessa perspectiva, esforços para implementar HFC não podem ignorar os pontos de vista dos professores, suas concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem, seus principais objetivos e ideias ao ensinar, assim como seus conhecimentos epistemológicos. Os autores afirmam que, em contraposição aos professores da área de Linguagem, por exemplo, um professor de Física surge como alguém que expressa de forma clara um conhecimento definitivo. Enquanto nas aulas da área de Linguagem diferentes opiniões são importantes, nas aulas de Física isso é considerado menos relevante.

Segundo os autores, em geral os professores de Física consideram que os conteúdos a serem ensinados são verdades sobre a natureza e que devem ser transmitidos aos alunos como uma coletânea de fatos. Isso significa que eles não compreendem esses conteúdos como temas de discussão com os estudantes. Dessa forma, a memorização de fatos científicos é um aspecto importante do ensino escolar de Física, além da acentuada ênfase no uso de operações algébricas.

Diante deste contexto, os autores afirmam que, de acordo com a perspectiva dos estudantes, a Ciência é essencialmente considerada como um corpo de conhecimento caracterizado por fatos, leis e teorias que precisam ser assimilados de modo memorístico. Por isso, comparada com outras disciplinas ensinadas na escola, o estudo de disciplinas da área Ciências raramente é considerado como um processo em que se valoriza o esforço criativo, pois seus princípios aparecem como algo já dado, sem fornecer possibilidades para os estudantes desenvolverem suas intuições sobre as razões pelas quais uma ideia científica é verdadeira.

Esta situação parece se manter em cursos de formação de professores. De acordo com pesquisa realizada por Figueira (2016) sobre práticas argumentativas em cursos de formação inicial de professores, realizada com licenciandos de Física, a grande maioria dos estudantes afirmou que nunca tiveram uma aula na qual pudessem falar e ouvir de forma a desenvolver práticas argumentativas durante seu curso de graduação. Esse cenário parece decorrer do fato de que boa parte dos professores universitários deste curso não possui uma clara distinção sobre o que seria uma aula explicativa e uma aula argumentativa. Segundo o autor, “esta pode ser uma das causas que leva algumas disciplinas a apresentarem na seção metodologia da ementa do curso a palavra ‘discussão’, apesar de todas as aulas do curso serem conduzidas de forma expositiva. (FIGUEIRA, 2016, p. 128)

Em razão dessa conjuntura, em que mesmo após décadas de pesquisa em Ensino de Ciências e diversas mudanças de políticas, teorias e propostas educativas ao longo de todo este período, é que se verifica como ainda é marcante o distanciamento existente entre o que se deseja do ensino de Ciências no Brasil, em seus diferentes níveis educacionais, e as possibilidades de sua efetivação concreta. Para Nascimento et al. (2010), tal contexto se deve às dificuldades dos professores em romper com uma profunda concepção positivista de ciência e com uma concepção conservadora autoritária de ensino-aprendizagem como acumulação de informações e de produtos das ciências.

Esses fatores seguem influenciando e orientando suas práticas educativas assim como as carências de formação geral, científica e pedagógica, além das já conhecidas inadequadas condições objetivas de trabalho que encontram no exercício da profissão e políticas educacionais fundamentadas em princípios contraditórios à formação crítica dos cidadãos. É na perspectiva de enfrentamento dessa realidade

que as potencialidades da abordagem da HFC aplicada ao ensino se tornam aliadas ao professor.

5.3.2) Perspectivas e possibilidades para inserção de Experimentação e HFC no Ensino de Ciências.

Ainda que seja importante relatar as dificuldades encontradas por meio da análise dos trabalhos, também concerne a esta pesquisa apontar as perspectivas trazidas pelos trabalhos estudados, de modo a sugerir caminhos para este campo temático de pesquisa. Dessa forma, como Borges (2002, p. 298) afirma, “é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante interagir conhecimento prático e conhecimento teórico”.

Em primeiro lugar, verificamos uma condição importante para os pesquisadores deste campo (e possivelmente para outros campos temáticos de pesquisa em Ensino de Ciências) almejarem a efetivação de pesquisa com os estudantes, a qual notamos em trabalhos com resultados que apontam expectativas promissoras: O professor-pesquisador a aplicar a atividade quase sempre foi o mesmo que já ministrava aulas às turmas, isso foi fundamental para os alunos se acostumarem à ideia de uma abordagem diferente e terem confiança na “nova” metodologia que foi aplicada pelo professor. Como afirma Moreira (2004, p. 10): “a investigação em educação em ciências não pode prescindir da participação do professor de ciências”. Como atenta o autor, certamente os professores estão em uma boa posição para registrar certos episódios que constituem objeto de estudo da pesquisa em Educação em Ciências.

Um exemplo pertinente desta situação foi o T22, em que o autor aplicou uma série de experimentos de Eletromagnetismo a alunos de Ensino Médio ao longo de todo um ano letivo. Este foi um trabalho em que a nova metodologia chocou principalmente os alunos mais interessados em futuramente fazer um curso superior na área de ciências exatas, e se mostraram bem mais resistentes do que os que tinham uma predileção maior pela área de humanas ou biológicas. Segundo o professor-pesquisador, a preocupação destes alunos era com a iminente chegada dos vestibulares, pois achavam que aquela abordagem era uma “perda de tempo”. De acordo com a dissertação do professor-pesquisador esse é um dos motivos porque os alunos de nossas escolas vêm se afastando das ciências ao longo dos anos e

criando aversões aos assuntos relacionados à Física, por exemplo. Isso mudou significativamente quando começaram as atividades experimentais com os alunos, tendo ocorrido o envolvimento de todos os alunos com bastante interesse. Porém, ele alerta que uma prática pedagógica com essa abordagem não é algo simples de se concretizar e exige muitos conhecimentos do professor.

De acordo com Matthews (1994), existem ao menos duas tendências nas propostas de inclusão da HFC nos currículos de Ciências escolar. A primeira é a “abordagem inclusiva” (“*add-on approach*”) na qual há introdução de episódios históricos específicos (ou “estudos de caso” de História das Ciências) em um curso de ciência padrão, não-histórico. E a segunda é a “abordagem integrada” (“*integrated approach*”), em que a HFC é integrada ao currículo, servindo de linha condutora de todo o conteúdo científico a ser trabalhado com os estudantes (MATTHEWS, 1994, p. 70). Nesta pesquisa constatamos ampla prevalência de trabalhos dentro da primeira tendência, em que a HFC apareceu em forma de contribuições pontuais nos currículos escolares. Possivelmente porque o objetivo destes trabalhos não foi o de discutir uma ampla reelaboração de currículos escolares, mas sim de fornecer algumas atividades, em geral na forma de Sequências Didáticas (SD), que foram propostas ou aplicadas por um espaço curto de tempo.

Ainda no que diz respeito às SD, verificamos que a aplicação de uma versão preliminar com um grupo “piloto” de alunos, para, a partir da avaliação, esta poder ser modificada e/ou aprimorada foi algo bastante válido, principalmente se esta versão não for extensa e se for possível perceber limitações ou deficiências que possam ser corrigidas ou modificadas.

Foi o que fez a autora do T30, ao construir, avaliar e aplicar uma SD a partir de elementos históricos e do uso do termoscópio, aparelho precursor dos atuais termômetros. A autora aplicou o piloto da SD com 25 alunos de ensino médio em uma escola estadual. A mesma afirmou que a aplicação do piloto foi essencial para melhorar o produto final e para a reestruturação do trabalho, pois chamou sua atenção para falhas e correções, e também percebeu a potencialidade de alguns pontos, como a problematização inicial, dando uma maior ênfase aos mesmos. Após a reestruturação, aplicou a SD a outros 30 alunos da mesma escola e verificou que a abordagem histórica da Física foi positiva para estes, pois a grande maioria conseguiu relacionar os acontecimentos históricos com suas implicações para os conceitos atuais de calor e temperatura.

Vale ressaltar ainda que, em vários trabalhos, os autores mostraram seus materiais produzidos para professores da educação básica para que estes pudessem avaliar o material. Este processo teve dois propósitos: O primeiro foi o de avaliar/validar a qualidade do material produzido pelo pós-graduando, de forma similar a que discutimos no parágrafo anterior. E o segundo propósito foi um resultado final da pesquisa de diversos trabalhos, qual seja, fornecer material paradidático aos professores sobre experimentação e HFC, haja vista que este tipo de material ainda é escasso no Brasil.

A produção desse tipo de material para os professores da educação básica se faz necessária, mas é preciso ampliar e facilitar o seu acesso a estes profissionais, não somente por meio de obras de referência que integrem os acervos das escolas públicas, como já acontece com o Programa Nacional Biblioteca na Escola (PNBE)³¹; mas também por meio de outras mídias, como as digitais, considerando-se o tempo escasso e pouca disponibilidade dos professores da educação básica para buscarem esse material nas universidades, onde foram produzidos. Ou então, como lembra Moreira (2004):

[...] O melhor seria que houvesse meios que permitissem a participação de professores em grupos de pesquisa, os quais quase sempre estão nas universidades. Se houver grupos nas escolas, tanto melhor, se houver professores capazes de investigar independentemente, tanto melhor, mas a realidade atual é que os grupos de pesquisa estão predominantemente nas universidades, com pouca participação de professores do ensino fundamental e médio. (MOREIRA, 2004, p. 11)

Sobre a produção e implementação no contexto escolar de materiais didáticos produzidos em Mestrados Profissionais (MP), chamados de “Produtos Educacionais” (PE), Schäfer (2013) investigou qual é o impacto e a continuidade dessa implementação. A autora verificou que o impacto destes PE se relaciona a fatores externos e internos ao MP. Nesse sentido, o afastamento do egresso de sua instituição de formação após o término do MP (a descontinuidade do vínculo com o curso), a forma de divulgação dos PE (em espaços que não chegam ao contexto escolar) e o destino do profissional ao concluir o MP parecem dificultar a inserção social e a continuidade do uso do PE pela comunidade e sua utilização pelos

³¹ O Programa Nacional Biblioteca na Escola foi criado em 1997 pelo Governo Federal com o objetivo de promover o hábito da leitura e ampliar o acesso à cultura e à informação nas escolas.

professores. Sendo assim, a continuidade de utilização do PE será possível se houver o consentimento da escola, desde que contemplem os interesses desta, e a partir da divulgação eficiente, o que nem sempre parece ocorrer.

Verificamos nesta pesquisa a pouca quantidade de trabalhos das áreas de Biologia e Química (além da ausência de outras áreas como a Geociências). Juntas, essas áreas foram abordadas em apenas sete trabalhos. Destes, apenas três (T20, T31 e T35) foram direcionados à Educação Básica, e nenhum voltado ao Ensino Fundamental. É importante ressaltar ainda que a autora do T27 (SEPEL, 2012) menciona que, ao fazer uma pesquisa no portal do professor do MEC em 2012, dentre as 504 sugestões de atividades para a área de Biologia, as atividades experimentais com efetiva participação de estudantes eram raras. Em sua opinião, isso seria um reflexo da pouca disposição dos docentes e alunos para se envolverem em projetos com mais de 1 ou 2 semanas devido à dificuldade de tempo e à necessidade de cumprirem o currículo escolar. A autora inclusive acredita que a grande maioria das sugestões sequer foi executada, e servem mais de fonte de inspiração aos docentes na hora de elaborarem suas próprias atividades.

Todos esses sete trabalhos foram publicados a partir de 2008, sendo 4 na última década. Apesar de incipiente, essa produção parece indicar que há um movimento no sentido de utilizar Experimentação aliado à HFC no Ensino de Ciências. E torna evidente que há um grande potencial a ser explorado em outras áreas da Ciência escolar para além da Física do Ensino Médio.

Este potencial de envolver experimentos e HFC também existe em outras etapas da educação básica. É sabido que nos anos iniciais do Ensino Fundamental enfatiza-se muito a experimentação, inclusive nos documentos curriculares nacionais³², e como nesta etapa da educação ainda não há uma preocupação de fazer um controle de variáveis nas atividades práticas, como já ocorre no ensino médio e superior, pode-se trabalhar com experimentos mais exploratórios, observacionais e lúdicos. Certamente que para se explorar esse potencial nos anos iniciais do ensino fundamental, e mesmo na educação infantil, torna-se necessário uma melhor formação dos professores desses dois níveis escolares iniciais³³.

³² Como exemplos podemos citar os PCN (BRASIL, 1998) e as DCN (BRASIL, 2015).

³³ Um exemplo nesse sentido é a pesquisa de Vissicaro (2019), na qual a autora realizou uma formação de HFC com professores dos anos iniciais de ensino fundamental, os quais em seguida elaboraram atividades e aplicaram com seus estudantes.

Existem também outras formas de se trabalhar HFC no ensino de Ciências que não necessariamente envolvem este formato mais característico de produzir uma SD com atividades experimentais, aplicá-la e verificar o seu efeito no aprendizado. Em anos iniciais do ensino fundamental, por exemplo, já se verifica outras perspectivas, como nos trabalhos de Educação Ambiental de Zancul e Viveiro (2014) e Couto e Viveiro (2017 e 2018), que articulam o lúdico e a alfabetização científica com questões de HFC, sendo também uma possibilidade de estimular o pensamento crítico dos estudantes.

Independentemente da etapa de ensino ou da área das Ciências da Natureza, foi possível verificar nos trabalhos que o fato dos alunos terem contato com os instrumentos e objetos durante o desenvolvimento das atividades foi essencial para o êxito das mesmas, pois nestes momentos os alunos traziam suas ideias prévias e as confrontavam. De forma geral, observou-se nos trabalhos que a replicação de experimentos é algo pelo qual os alunos demonstram maior interesse. Mesmo para alunos que já estão acostumados com a rotina de atividades de laboratório em suas escolas, como ocorreu no T31, em que os alunos do 2º ano de ensino médio de uma escola particular replicaram o experimento de dispersão de sementes de Charles Darwin, houve maior motivação, pois desta vez a atividade envolveu uma nova dinâmica, em que a replicação do experimento histórico ocorreu antes das discussões, ao contrário do que costuma acontecer em uma aula tradicional de laboratório. Além disso, os experimentos realizados foram elaborados pelos próprios alunos, assim como a elaboração de sínteses e de artigo científico, o que foi visto como uma espécie de iniciação ao meio científico por vários dos estudantes.

Ao considerar essa perspectiva, é necessário lembrar o que afirma Borges (2002), de que em atividades práticas o mais importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido dos estudantes e professores com a busca de explicações bem estruturadas para as questões colocadas. Como bem observa o autor:

[...] A riqueza desse tipo de atividade está em propiciar ao estudante a oportunidade - e ele precisa estar consciente disso - de trabalhar com coisas e objetos como se fossem outras coisas e objetos, em um exercício de simbolização ou representação. Ela permite conectar símbolos com coisas e situações imaginadas, o que raramente é buscado no laboratório, expandindo os horizontes de sua compreensão. (BORGES, 2002, p. 12)

Ainda sobre esse ponto de vista, Chang (2011) considera que realizar experimentos que não se enquadram em estruturas pedagógicas tradicionais também daria aos alunos um senso aprimorado da natureza da prática científica. O autor acredita que atividades experimentais envolvendo HFC são efetivas no ensino da Natureza da Ciência (NdC) porque contrariam a tendência da “educação científica padrão” de deturpar a prática científica. Ele, no entanto, não propõe que toda a estrutura pedagógica tradicional seja desmantelada, mas sim que o ensino de aspectos da NdC se beneficiaria se fossem mostradas aos alunos algumas situações que não se encaixam bem nessa estrutura. Isso resultaria na valiosa lição de que o verdadeiro processo de investigação científica não é devidamente retratado nas simplificações e distorções feitas na educação científica escolar.

Para Chang (2017), é possível estabelecer um paralelo entre as funções da História da Ciência e as funções de outros ramos da História, e que este paralelo na verdade é um *continuum*. Visto que a Ciência é inegavelmente uma parte da sociedade e da cultura humanas, faz sentido que a História da Ciência seja em grande parte como a História de quaisquer outros aspectos da vida humana. A importância particular dessa continuidade é reforçar a ideia de que, ao estudarmos a História da Ciência, não podemos nos esquivar de abordar a relevância social e intelectual do passado para o presente.

Concluindo esta seção, concordamos com o que o propõe Chang (2011), de que um engajamento ponderado com a Ciência do passado nos ajuda a perceber que as Ciências modernas, por serem especializadas lidam apenas com uma gama restrita de coisas numa gama restrita de maneiras. Segundo o autor, o notável sucesso atual da Ciência pode fazer parecer que já conhecemos grande parte da natureza e do mundo, faltando apenas alguns detalhes a serem descobertos. Mas assim que nos aprofundamos um pouco em seu entendimento, começamos a ver que há muito mais a se descobrir, mesmo nos fenômenos mais simples e mundanos. Estas oportunidades para a recuperação e extensão do conhecimento científico não devem ser negligenciadas no Ensino de Ciências. E podemos usá-las para possibilitar que os estudantes tenham experiências genuínas de investigações científicas, permitindo que descubram algo sobre a Natureza por si próprios, e neste processo também aprender o que significa fazer uma pesquisa original, que é uma parte essencial da educação científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“ O que sabemos é uma gota, o que desconhecemos é um oceano. ”
(Isaac Newton)*

Nas últimas décadas, estudos do tipo Estado da Arte vêm mapeando e identificando no Brasil e no mundo as tendências da produção científica em diferentes campos do conhecimento (MEGID NETO; CARVALHO, 2018). Entendemos que tais pesquisas são essenciais para tornar mais acessível a pesquisa dentro e fora dos ambientes acadêmicos. Particularmente no que diz respeito a novos campos de conhecimento, como o que foi tratado nesta tese, as pesquisas desse tipo são de grande importância para mapear os percursos da produção acadêmica, bem como revelar suas bases teóricas e metodológicas, referenciais teóricos e históricos adotados, assim como as características, tendências e lacunas dessa produção científica.

Dentro desse contexto, esta pesquisa buscou, por meio da análise de dissertações e teses entre o período de 1972 a 2018 que envolveram História e Filosofia das Ciências no desenvolvimento de experimentos históricos, identificar e analisar as práticas pedagógicas desenvolvidas dentro dessa perspectiva. A partir da análise de 35 dissertações e teses, apontamos algumas tendências dessa produção acadêmica como:

1. A maior parte das dissertações e teses foi defendida a partir dos anos 2010. Tal fato pode se relacionar à própria consolidação do campo de pesquisa de Ensino de Ciências, e também indicar que o estudo das atividades práticas em História das Ciências no Ensino de Ciências seja um campo em ascensão e, sendo assim, podemos esperar um aumento da produção acadêmica nessa temática nos próximos anos;
2. A concentração da produção na Região Sudeste, sendo as Instituições Federais de ensino as responsáveis pela maior parte da produção. Apesar disso, a produção acadêmica é bastante descentralizada no conjunto de instituições, o que pode significar que este é um campo de estudo em fase preliminar de desenvolvimento;

3. A grande quantidade de pesquisas em nível de mestrado, com destaque para o crescimento dos trabalhos de mestrado profissional na última década;
4. A predominância das pesquisas na área curricular da Física, no nível do Ensino Médio;
5. A maior parte dos trabalhos se concentrou em momentos históricos a partir da Idade Moderna, convergindo para cientistas historicamente renomados destes períodos;
6. A maior parte dos trabalhos elaborou e aplicou propostas didáticas do tipo Replicação Física ou Replicação por Extensão de experimentos históricos, tiveram curta duração em situações escolares, e utilizaram materiais caseiros ou de fácil acesso;
7. As abordagens pedagógicas do tipo construtivistas ou socioconstrutivistas foram as mais utilizadas pelos pesquisadores, os quais embasaram-se em autores internacionalmente conhecidos dentro destas perspectivas educacionais.

Dentro do quadro apresentado, é necessário lembrar a escassa presença de trabalhos em diversas áreas do Ensino de Ciências escolar, como Astronomia, Geologia, Química e Biologia, além da ausência de trabalhos que envolvam estudantes dos ciclos iniciais da educação escolar.

As pesquisas de Estado da Arte são uma importante contribuição para apontar caminhos que vêm sendo tomados e aspectos que são abordados em detrimento de outros (ROMANOWSKI; ENS, 2006). As autoras observam que estes estudos são justificados por fornecerem uma visão do que vem sendo produzido em uma determinada área e permitirem aos interessados que percebam como se dá o desenvolvimento das pesquisas nesta área, assim como identificar as lacunas existentes. Os resultados encontrados nesta tese mostram que ainda há todo um campo a ser explorado, como já afirmamos.

Ao longo desta pesquisa foi possível reforçar a percepção do autor desta tese, enquanto professor de Ciências da educação básica, sobre o quanto os alunos se entusiasmam ao fazerem experimentos práticos nas aulas, mesmo que estes sejam muito simples. A leitura da ampla maioria dos trabalhos corrobora esta percepção conforme relato de seus autores. Além disso, nesta pesquisa também foi possível constatar que esta motivação dos alunos parece ser mais intensa quando

estes executam as experiências com os objetos físicos de fato, comparativamente ao fazerem a atividade de forma remota ou por meio de alguma nova tecnologia educacional.

A constatação dessa diferença nos traz à lembrança uma situação relacionada aos livros em suporte físico. Em 2010, o escritor Umberto Eco disse que os livros físicos eram objetos eternos, como a colher, o machado e a tesoura³⁴, e os livros digitais não durariam mais do que dez anos. Na época o autor foi bastante criticado, mas hoje sua visão parece mais próxima da realidade, com a queda constante de venda dos livros eletrônicos³⁵. O fato é que os livros físicos nos trazem maior afinidade do que os livros virtuais por uma série de motivos. Livros são objetos tridimensionais, trazem uma experiência sensorial, tátil e interativa que ainda não é possível de se alcançar com as mídias digitais. E essa relação de maior afinidade com o livro físico em vez do virtual também está presente em outros objetos físicos.

Segundo Heering e Höttecke (2014), a realização de atividades práticas, dentro das perspectivas histórico-investigativas, não se restringe à manipulação de materiais e equipamentos ou são uma mera atividade indutiva. Para os autores, a manipulação de materiais e instrumentos é, na realidade, um meio para o desenvolvimento das ideias e habilidades científicas dos estudantes, os quais ao mesmo tempo refletem sobre as suas próprias investigações e suas múltiplas relações com contextos históricos.

Um dos objetivos de aplicar a HFC no ensino de Ciências é ajudar os alunos a entenderem como a experimentação possibilitou que os cientistas explorassem os fenômenos da natureza e buscassem compreendê-los e transformá-los por meio da formulação de teorias, leis e outros mecanismos (CHANG, 2011). Nesse sentido, as atividades práticas são um recurso valioso no ensino de Ciências, mas como já afirmamos, aquele formato tradicional de atividades experimentais, que segue uma estrutura do tipo “receita de bolo” com roteiro fechado de etapas a serem realizadas e que servem somente para comprovar aquilo que foi ensinado em sala de aula, já não é mais adequado ao ensino atual. É necessária uma atividade que possibilite ao aluno participar ativamente do processo, seguindo uma linha mais

³⁴ Disponível em: <<https://tv.estadao.com.br/cultura,umberto-eco-eletronicos-duram-10-anos-livros-duram-5-seculos,245671>>. Acesso em 02 de Julho de 2020.

³⁵ Disponível em: <<https://link.estadao.com.br/noticias/cultura-digital,leitor-eletronico-faz-10-anos-mas-corre-risco-de-sumir-antes-do-livro-de-papel,70002081269>>. Acesso em 02 de Julho de 2020.

investigativa e relacionada às aulas teóricas e a aspectos do cotidiano (BORGES, 2002). O mesmo autor ressalta que o professor deve explicitar aos estudantes quais são as diferenças entre as atividades experimentais pedagógicas e as atividades experimentais realizadas pelos cientistas, de modo a evitar que os estudantes construam uma concepção errônea de como se realizam as pesquisas científicas na atualidade.

Dessa forma, as atividades práticas podem, além de estimular o próprio desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes, permitir que estes encontrem a relevância da ciência com a vida diária. Se não for possível realizar um experimento, nós professores podemos utilizar elementos da história da ciência, ou preparar uma aula com caráter mais investigativo.

Sendo assim, defendemos que aulas com a estratégia da experimentação como ponto de partida e a replicação de experimentos clássicos são uma importante estratégia para melhorar a motivação e interesse do aluno nas aulas de Ciências, desde que guiadas pela participação ativa do estudante no processo, associadas ou não ao uso das tecnologias, podendo ser implementadas desde as primeiras etapas da educação escolar até o ensino superior.

De acordo com Gooday et al (2008) há ao menos duas formas pelas quais a educação científica precisa da história da ciência: Incluir a HFC como parte do currículo de Ciências escolar, e usá-la estrategicamente como forma de defender a autonomia do currículo científico de forças extrínsecas. Para os autores, isto pode ajudar a HFC a construir uma formação mais sólida para aqueles cujas carreiras científicas serão formadas em nossas escolas e universidades, ao longo das próximas décadas.

Entretanto, como verificamos ao longo desta tese, foram muito poucos os trabalhos em que o uso da HFC associado à experimentação ocorreu de forma sistematizada no espaço escolar, ou que foi feita por um prazo maior que algumas aulas, ou ainda, que integrou a base curricular no ambiente em que foi aplicada. Ou seja, estas iniciativas ainda são pontuais, refletindo a dificuldade de se introduzir esta perspectiva no ensino de ciências. Muitos autores se queixaram da “rigidez curricular” e da falta de liberdade para ocorrer grandes transformações no currículo ou até mesmo na forma pela qual se apresentam os conteúdos. Quintal (2008) lembra que a inserção da História da Ciência em sala de aula não é algo simples. Uma prática pedagógica com essa abordagem exige do professor um bom conhecimento de

história geral, de ciências, de filosofia, de sociologia e também de história da ciência e da tecnologia. Dessa forma, requer uma formação mais abrangente daquela normalmente fornecida durante a licenciatura. Nesse sentido, é importante que ao se considerar a abordagem histórica uma possibilidade real de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais significativo para os professores e alunos, também se criem condições para que um maior número de professores tenha conhecimento capaz de construir práticas educacionais dentro dessa perspectiva.

Em vista dos resultados obtidos em nossa pesquisa, acreditamos que atividades relativamente simples, utilizando materiais de fácil acesso aos professores e alunos, devem ser incorporadas ao currículo escolar como uma estratégia para aumentar o envolvimento e a motivação dos estudantes no aprendizado das ciências. Além disso, o contato dos estudantes com experimentos históricos e perceberem como estes contribuíram para o desenvolvimento daquela determinada área da ciência também pode contribuir para melhorar a percepção destes sobre diversos aspectos da Natureza da Ciência. Apesar desta pesquisa ser um recorte de um período histórico da produção acadêmica nacional sobre HFC e Experimentação no Ensino de Ciências, esperamos que contribua para ampliar a divulgação de pesquisas dentro desta perspectiva, além de fornecer elementos para novas investigações referentes à esta temática.

Concluindo este pensamento, talvez o ensino de Ciências aliando experimentação e HFC por si só não seja o suficiente para um melhor entendimento de como a Ciência funcione, mas pode ser uma estratégia pedagógica para o entendimento de aspectos da Natureza da Ciência, considerada um pilar no processo de alfabetização científica dos estudantes. Ironicamente, vivemos um momento histórico em que a Ciência e Tecnologia estão totalmente inseridas em nossa sociedade, mas nunca foram tão questionados e tão postas em xeque. E por isso uma população cientificamente alfabetizada nunca pareceu tão necessária.

REFERÊNCIAS

- AGRELLO, D. A.; GARG, R. Mulheres na física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 1305-1306, Abr. 2009.
- ALVAIDE, N.; PUGLIESE, A.; ALVIM, M. H. Johannes Kepler no Clube da Lua: a descoberta da história de um dos fundadores da Astronomia moderna por crianças. **Revista Cocar**, Belém, v.14, n. 28, p.759-780, jan./abr. 2020.
- ALVIM, Márcia Helena; VISSICARO, Suseli de Paula. História das Ciências no Ensino: Possibilidades para Atividades Interdisciplinares e que Promovam a Reflexão Crítica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 77-85, 2017.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSNAJDER, F. Revisão da Bibliografia. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2002. p. 179-188.
- ALVIM, M.H.; VISSICARO, S.P. História das Ciências no Ensino: possibilidades para atividades interdisciplinares e que promovam a reflexão crítica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 77-85, julho 2017.
- BARBOSA, M. **O futuro da física depende das mulheres**. 2003. Disponível em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/mulheres/17.shtml>. Acesso em: 10 set. 2020.
- BARBOSA, T. A. P. **Historicidade e atualidade nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental**. 2014. 159 f. Dissertação (Mestrado Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2004. 224p.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p.579-593, set. 2014.
- BASTOS, F. História da Ciência e pesquisa em ensino de ciências: Breves considerações. In: NARDI, R. **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 43-52.
- BASTOS, F. et al. A história da ciência na formação continuada de professores do ensino de ciências. In: CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES, 12., 2011, Águas de Lindóia. **Anais 2**. São Paulo: Unesp, 2014. p. 4969-4981.
- BEJARANO, N.R.R.; ADURIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C.S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p.967-982. 2019.
- BELTRAN, M. H. R. et al. **História da ciência: Tópicos atuais**. São Paulo: Livraria da Física, 2010. 216 p.
- BEZERRA, E. V. L. **Análise de propostas didáticas de história e filosofia da ciência para o ensino de física**. 2014. 223 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BINNS, I. C.; BELL, R. L. Representation of Scientific Methodology in Secondary Science Textbooks. **Science & Education**, [s.l.], v. 24, n. 7, p. 913-936, maio 2015.

BIZZO, N. **Mais Ciência no Ensino Fundamental**: Metodologia de ensino em foco. São Paulo: Editora do Brasil, 2009. 142 p.

_____. **Pensamento científico**: a natureza da ciência no ensino fundamental. São Paulo, Melhoramentos, 2012. 176 p.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n.3, p.291-312, dezembro 2002.

BOSS, S. L. B. A utilização de traduções de fontes primárias na formação inicial de professores: breves considerações sobre dificuldades de leitura e entendimento. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. **A História e a Filosofia da Ciência no ensino de ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras, 2016. p. 171-196.

BRASIL. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional**. Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF: MEC, 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental – Ciências Naturais. Brasília, DF: MEC/SEF. 1998. 138 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF: MEC/SEMT. 2000. 58 p.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física**. Parecer CNE/CES nº 1.304. Brasília, DF: MEC 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>. Acesso em 06 Abr. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Química**. Parecer CNE/CES nº 1.303. Brasília, DF: MEC 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>. Acesso em 06 Abr. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas**. Parecer CNE/CES nº 1.301. – 2001. Brasília, DF: MEC Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em 06 Abr. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. Parecer CNE/CP nº 2. Brasília, DF: MEC. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/21123-2015-pareceres-do-conselho-pleno>. Acesso em 06 Abr. 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular** Ministério da Educação. Versão Final Homologada. Ministério da Educação, Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais e Base Nacional Comum para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica**. 3ª versão do parecer (Atualizada em 18/09/2019). Brasília, DF: MEC, Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/setembro-2019/124721-texto-referencia-formacao-de-professores/file>.

BRASIL. **Censo da Educação Básica 2019**: Resumo Técnico. Brasília, DF: INEP, 2020.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning. 2016. p. 111-128.

- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da Educação em Ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n.3, p. 363-381. 2004.
- CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em ciências e a teoria da atividade cultural-histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 211-230, jan. 2014.
- CARVALHO, A. M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências, tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 128 p.
- CASTRO, R. S. Investigando as contribuições da epistemologia e da história da ciência no ensino das ciências: de volta ao passado. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. **A História e a Filosofia da Ciência no ensino de ciências: A Pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula**. São Paulo: Escrituras Editora, 2016. p. 29-51.
- CAVICCHI, E. Historical experiments in students' hands: unfragmenting science through action and history. **Science & Education**, [s.l.], v.17, n.7, p. 717-749, jun. 2006.
- CAVICCHI, E. Exploring mirrors, recreating science and history, becoming a class community. **New Educator**, New York, v.5, n.3, p. 249-273, 2009.
- CAVICCHI, E. Shadows of light and history in explorative teaching and learning. In: SILVA, C.; PRESTES, M. E. B., **Learning science and about science through history and philosophy**. Sao Paulo: Livraria da Física, 2013. p. 397-410.
- CAVICCHI, E. Learning science as explorers: historical resonances, inventive instruments, evolving community. **Interchange**, [s.l.], v. 45, n.3, p. 185-204, 2014.
- CAVICCHI, E. Shaping and being shaped by environments for learning science. **Science & Education**, New York, v. 26, p. 529-556, ago. 2017.
- CORTEZ, J.; DEL PINO, J. C. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza e o Enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 27-47, abr. 2018.
- CHANG, H. How Historical Experiments Can Improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry. **Science & Education**, New York, v. 20, n. 3, p. 317-341, 2011.
- CHANG, H. Who cares about the history of science? **Notes and Records: The Royal Society Journal of the History of Science**, Londres, v. 70, n. 1, p. 91-107, 2017.
- CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, L. E. V. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 1, p.17-35, 2010.
- CIRANI, C. B. S.; CAMPANARIO, M. A.; SILVA, H. H. M. A evolução do ensino da pós-graduação senso estrito no Brasil: análise exploratória e proposições para pesquisa. **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, v. 20, n. 1, p. 163-187, mar. 2015.
- CLÉMENT, P. Introducing the cell concept with both animal and plant cells: A historical and didactic approach. **Science & Education**, New York, v. 1, n. 16, p.423-440, 2007.
- COUTO, A. R. O.; VIVEIRO, A. A. Uma proposta de Educação Ambiental crítica na Educação Infantil. **Enseñanza de Las Ciencias**, Sevilla, v. Extra, p. 3195-3200, 2017.
- COUTO, A. R. O.; VIVEIRO, A. A. Educação ambiental e educação infantil: dialogando com as crianças sobre os impactos ambientais do consumismo. **Revista Educação Ambiental em Ação**, Novo Hamburgo, ano XVI, n.63, mar-jun 2018. Disponível em: <http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=3070>. Acesso em 06 abr. 2020.

DEL PINO, J. C.; STRACK, R. O desafio da cientificidade na sala de aula. **Pátio**, São Paulo, v. 1, n. 12, p. 6-9, mai. 2012.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. História e Filosofia da Ciência na Educação Científica: Para quê? **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 1-21, 2017.

DIAS, C. M. **Práticas pedagógicas de educação ambiental em áreas protegidas**: um estudo a partir de dissertações e teses (1981-2009). 2015. 208 f. Tese (Doutorado Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

FERES, G. G. **A pós-graduação em ensino de ciências no Brasil**: uma leitura a partir da teoria de Bourdieu. 2010. 290 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2010.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. **Pesquisas sobre o estado da arte em educação em ciências**: uma revisão de periódicos científicos brasileiros. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6., 2007, Florianópolis. **Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: Ufsc, 2007. p. 1-12.

FERNANDES, R. C. A.; MEGID NETO, J. Modelos educacionais em 30 pesquisas sobre práticas pedagógicas no ensino de ciências nos anos iniciais da escolarização. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v.17, n.3, p. 641- 662, jun 2016.

FIGUEIRA, M. J. S. **Contribuição de práticas argumentativas para democratização de debates científicos em aulas de Física**. 2016. 147 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016.

FIUZA, L. et al. Genética: Uma proposta cronológica através da discussão contínuo versus discreto. *In*: SILVA, A.P.B.; GUERRA, A. (org.) **História da ciência e ensino**: Fontes primárias e propostas para a sala de aula. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula. *In*: PEDUZZI, L. O.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012. p.123-154.

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

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. **Atividades experimentais no ensino de Física: Teoria e Práticas**. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais do VIII ENPEC**, 2011. Campinas: Unicamp, p.1-11.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. **O ensino de Ciências no primeiro grau**. São Paulo: Atual, 1987. 124 p.

FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Komedi, 2006, 216 p.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. 2.ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

GARCÍA-CARMONA, A. Improving Pre-service Elementary Teachers' Understanding of the Nature of Science Through an Analysis of the Historical Case of Rosalind Franklin and the Structure of DNA. **Research in Science Education**, [s.l.], p.1-27, nov. 2018. Springer Science and Business Media LLC.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino de Física: Uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 252 p.

GASPARIN, J. L. **A construção dos conceitos científicos em sala de aula**. 2012.

Disponível em:

<http://ead.bauru.sp.gov.br/efront/www/content/lessons/41/A%20constru%C3%A7%C3%A3o%20dos%20conceitos%20cient%C3%ADficos%20em%20sala%20de%20aula.pdf>. Acesso em: 02 de julho 2020

GATTI, S. R. T.; NARDI, R. A pesquisa em ensino de Ciências: aproximando aspectos de História e Filosofia da Ciência à sala de aula. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. **A História e a Filosofia da Ciência no ensino de ciências**: a pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras, 2016. p. 9-28.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p.125-154, ago. 2001.

GOODAY, G. et al. Does Science Education need the History of Science? **Isis**, Chicago, v. 99, n. 2, p. 322-330, jun. 2008.

HEERING, P. The Role of historical experiments in science teacher training: experiences and perspectives. **Actes D'història de La Ciència i de La Tècnica**, Barcelona, v.1, n. 1, p.389-399, jan. 2009.

HEERING, P. Tools for investigation, tools for instruction: potential transformations of instruments from research to teaching. In: HEERING, P.; WITTJER, R. **Learning by doing**: experiments and instruments in the history of science teaching. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, 2011. p. 15-30.

HEERING, P.; HÖTTECKE, D. Historical-Investigative approaches in science teaching. In: MATTHEWS, M. (ed.), **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Heidelberg: Springer. 2014, p. 1473-1502,

HODSON, D. Philosophy of science, science and science education. **Studies in Science Education**, Leeds, v.12, n. 1, p. 25-57. jan. 1985.

HODSON, D. Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach to Practical Work In School Science. **Studies in Science Education**, v. 22, n. 1, p.85-142, jan. 1993.

HOFSTEIN, A.; MAMLOK-NAAMAN, R. The laboratory in science education: the state of the art. **Chemistry Education Research and Practice**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 105-107, abr. 2007.

HÖTTECKE, D.; HENKE, A.; RIESS, F. Implementing History and Philosophy in Science Teaching: Strategies, Methods, Results and Experiences from the European HIPST Project. **Science & Education**, New York, v. 21, n. 9, p.1233-1261, dez. 2010.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Science & Education**, New York, v. 20, n. 3-4, p.293-316, ago. 2010.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vigostsky**. Recife: Ed. Massangana, 2010.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p.244-263, dez. 2017.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: EdUSP, 2008.198p.

KIPNIS, N. The 'Historical-Investigative' approach to teaching science. **Science & Education**, New York, v. 5, p. 277 – 292, 1996.

LATORRE, B. P.; CORTEZ, R. L.; ARISTIZABAL, F. A. Reflexiones sócio-históricas en torno a la dilucidación de la estructura del ADN: Una experiencia educativa. Física y Cultura: **Cuadernos sobre Historia y Enseñanza de las ciencias**, Santa Fé de Bogotá, v.1, n. 9, p. 43–60, dez. 2015.

LEITE, L. History of Science in Science education: development and validation of a checklist for analyzing the historical content of Science textbooks. **Science & Education**, New York, v. 11, n. 4, p. 333-359, jul. 2002.

LEMOS, L. M. P. Nuvem de *tags* como ferramenta de análise de conteúdo: Uma experiência com as cenas da telenovela na internet. **Revista do Programa de Pós-graduação em comunicação**. Juiz de Fora, v.10, n.1, p. 1-19. abr. 2016.

MAIENSCHIN, J.; LAUBICHLER, M.; LOETTIGERS, A. How can the history of science matter to scientists? **Isis**, Chicago, v. 99, p. 341- 349, jun. 2008.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 4, p 38-40. dez. 2005.

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

MARTINS, L. M. A indissociabilidade Ensino-Pesquisa-Extensão como um dos fundamentos metodológicos do Ensino Superior. In: PINHO, Sheila Zambello de. (Org.). **Oficinas de Estudos Pedagógicos**: reflexões sobre a prática do Ensino Superior. São Paulo: Cultura Acadêmica: Unesp, 2008, v. 01, p. 102-115.

MARTINS, R. A. A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física. 2006.p. 21-34.

_____. Instrumentos e técnicas nas ciências biológicas. Pp. 99-138, in: CALDEIRA, A. M. A.; ARAÚJO, E. S. N. N. (Orgs.). **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, 2009.

MATTHEWS, M. Construtivismo e o Ensino de Ciências: Uma avaliação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 270-294, 2000.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching**: The role of history and philosophy of science. Londres: Routledge, 1994. 287 p.

MEGID NETO, J.; CARVALHO, L. M. Pesquisas de Estado da Arte: fundamentos, características e percursos metodológicos. In: ESCHENHAGEN, María Luisa; GUERRERO PINO, Germán; VÉLEZ CUARTAS, Gabriel; MALDONADO, Carlos. (Org.). **Construcción de problemas de investigación**: diálogos entre el interior y el exterior. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana/ Universidad de Antioquia, 2018. p. 97-113.

MEGID NETO, J. Três décadas de pesquisas em educação em ciências: tendências de teses e dissertações (1972-2003). In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 341-355.

MENDES, H. M. A.; CARDOSO, S. P. **Análise das concepções prévias dos alunos do 1º ano do ensino médio da rede pública acerca do meio ambiente e saúde**. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, 7., 2009, Florianópolis. **Anais do VII ENPEC**, Florianópolis: Ufsc, 2009. p. 1-9.

METZ, D.; et al. Building a foundation for the use of historical narratives. **Science & Education**, New York, v. 16, n. 3, p. 313-334, mar. 2007.

MILLAR, R. Practical work. In: OSBORNE, J.; DILLON, J. (Eds.). **Good practice in science teaching**: What research has to say. Maidenhead: Open University Press, 2. ed. 2010.

MOEED, A. Science Laboratory Learning Environment, and Learning. In: MOEED, A. **Science Investigation**: Student views about learning, motivation, and assessment. Singapore: Springer, 2015, p.11-23.

MOREIRA, M. A. **Comportamentalismo, construtivismo e humanismo. Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências**. Porto Alegre: UFRGS, 2016, 64 p. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>

MOREIRA, M. A.; NARDI, R. Mestrado profissional na área de Ensino de Ciências e Matemática: Alguns esclarecimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 3, p. 1-9, set. 2009.

NASCIMENTO, F. DO; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. DE. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 10, n. 39, p. 225-249, set. 2010.

NARDI, R. Memórias da educação em Ciências no Brasil: a pesquisa em Ensino de Física. **Investigação em Ensino de Ciências**, Bauru, v.10, n.1, p. 63-101, mar. 2005.

OKASHA, S. **Philosophy of Science**: A short introduction. New York, Oxford University Press, 2002. 144 p.

OLIVEIRA, E. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v.4, n.9, p.11-27, mai 2003.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, A. P. B. **A história da ciência no ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da ciência**. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, 7., 2011, Campinas. **Anais do VIII ENPEC**. Campinas: Unicamp, 2011. p. 1-12.

PANDORA, K.; RADER, K. A. Science in the Everyday World: Why perspectives from the history of Science matter. **Isis**, Chicago, v. 99, n.2, p. 350–364, jun. 2008.

PEREIRA, A. S.; MANDACARI, C. Um estudo sobre as condições estruturais e materiais dos laboratórios didáticos de ciências das escolas públicas de Dourados/MS. **Actio: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 1-17, maio 2018.

PESSOA JR., O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, n.1, p. 4-6, set. 1996.

POMEROY, D. Implications of teachers' beliefs about the nature of Science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary Science teachers, and elementary teachers. **Science Education**, v. 77, n. 3, p. 261-278, 1993.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, jun. 2007.

PRAIS, J. L. S.; ROSA, V. F. Nuvem de palavras e mapa conceitual: Estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. **Nuances: estudos sobre educação**, Presidente Prudente, v. 28, n. 1, p. 201-219, abr. 2017.

PRESTES, M. E.; CALDEIRA, A. M. A. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v.4, p. 1-16. 2009.

QUINTAL, J. R. **Física na história: um caminho em direção à aprendizagem significativa**. 2008. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). CEFET - RJ, Rio de Janeiro, 2008.

- REIS, P. R. Ciência e Controvérsia. **Revista de Estudos Universitários**, Sorocaba, v. 35, n. 2, p. 9-15, dez. 2009.
- RIBEIRO, S.C.I.; VELLOSO, V. P.; MOREIRA, M.C.A. História e filosofia da ciência em evento de ensino de ciências. **Revista Histedbr On-line**. Campinas, v. 18, n. 4, p.1150-1171, dez. 2018.
- ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez. 2006.
- RINK, J. **Ambientalização curricular na educação superior: tendências reveladas pela pesquisa acadêmica brasileira (1987-2009)**. 2014. 254 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- SALEM, S.; KAWAMURA, M. R. D. **Estado da Arte dos Estados da Arte da pesquisa em Ensino de Física no Brasil**. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, 7., 2009, Florianópolis. **Anais do VII ENPEC**. Florianópolis :Ufsc, 2009.
- SALEM, S. **Perfil, evolução e perspectivas da pesquisa em ensino de Física no Brasil**. 2012. 385 f. Tese (Doutorado Interunidades em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SANTOS, A. C. G. G. **Contribuições da História da Ciência no processo de ensino e aprendizagem de citologia**. 2017. 153 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2017.
- SANTOS, E. I. **Ciências nos anos finais do ensino fundamental: produção de atividades em uma perspectiva sócio-histórica**. São Paulo: Anzol, 2012, 120 p.
- SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. Uma nova metodologia de ensino e os desafios a serem transpostos. In: SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017, 112p.
- SCHÄFER, E. D. A. **Impacto do mestrado profissional em ensino de física da UFRGS na prática docente: um estudo de caso**. 2013. 338 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- SCHIFFER, H.; GUERRA, A. Discutindo a natureza da ciência através de uma narrativa histórica: As forças de Mayer. In: SILVA, A. P. B.; GUERRA, A. (Org.) **História da ciência e ensino: Fontes primárias e propostas para a sala de aula**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2015, 292 p.
- SEPEL, L. M. N. **História da Ciência e atividades práticas: proposta para formação inicial de docentes**, 2012, 158 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- SETTLE, T. B. An Experiment in the History of Science. **Science**, Washington, v. 133, n. 3445, p. 19-23, 1961.
- SILVA, A. P. B.; GUERRA, A. (Org.) **História da ciência e ensino: Fontes primárias e propostas para a sala de aula**. São Paulo: Livraria da Física, 2015, 292 p.
- SILVA, C. P. et al. Subsídios para o uso da história das ciências no ensino: Exemplos extraídos das geociências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.14, n.3, p.497-517, mar. 2008.

SILVA, G. R. História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 121-132, jan. 2013

SILVA, T. T. **Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva**. 2013. 172 f. Dissertação (Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências). – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SOUZA, V. M.; RODRIGUES, S. S.; RAMOS, M. G. A experimentação em sala de aula: concepções de professores de Ciências e Matemática. **Desenvolvimento Curricular e Didática**, Aveiro, v. 8, n. 1, p.584-598, jul. 2016.

TAKAHASHI, B. T.; BASTOS, F. Trabalho colaborativo entre universidade e escola: proporcionando a formação continuada através da história da biologia. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. **A História e a Filosofia da Ciência no ensino de ciências**: a pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras Editora, 2016. 239 p.

TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004)**: um estudo baseado em dissertações e teses. 2008. 235p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Breve Panorama das investigações que incidem sobre o Ensino de Biologia no Brasil. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005. In: Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências, 5., 2005, Bauru. **Anais do V ENPEC**, Bauru: Unesp, 2005.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, O. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions. **Science & Education**, New York, v. 21, n. 6, p. 771–796, 2012.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. A Produção Acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): Base Institucional e Tendências Temáticas e Metodológicas. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, 2017, v. 17, n.2, p. 521-549.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. 182 p.

VIGOTSKY, L. S. **A Construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Ed. WMF Martins Fontes, 2. ed. 2009.

WHITROW, G. J. **O tempo na História**: concepções do tempo da pré-história aos nossos dias. Rio de Janeiro: Zahar, 1993. 242 p.

ZANCUL, M. C. S. ; VIVEIRO, A. A. Ciências e meio ambiente na formação de professores dos anos iniciais: práticas em um curso de pedagogia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, [s.l.], v.1, n.7, p. 135-146, 2014.

ZULIANI, S. R. Q. et al. O experimento investigativo e representações de alunos de ensino médio: obstáculos epistemológicos em questão. **Educação: teoria e prática**, Rio Claro, v. 22, n. 40, p. 100-113, maio 2012.

APÊNDICE 1

Planilha de Classificação Geral dos 35 trabalhos - Base Institucional.

Código do Trabalho	NOME DO AUTOR	TÍTULO DO TRABALHO	I. E. S. ONDE FOI REALIZADO	TITULAÇÃO	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO	ANO DE DEFESA
T01	Alvarenga, Luciano Lewandowski	o à Física Moderna no Ensino Médio através da discussão do dualismo onda	UFRGS	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Física	2008
T02	Alves, Jardes Martins	Física e História: Experimento de Torricelli.	UFRN	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Física	2018
T03	Annunciato, Cristian	Lei de Faraday: análise e proposta para o ensino médio.	USP - São Paulo	MESTRADO	Interunidades em Ensino de Ciências	2005
T04	Arantes, Alessandra Riposati	Elaboração de um Material paradidático de física: textos e experimentos	USP - São Carlos	MESTRADO	Física Aplicada	2002
T05	Augé, Pierre Schwartz	Uma experiência didática diferenciada e a atitude dos alunos frente ao ensin	UFF	MESTRADO	Educação	2004
T06	Berçot, Filipe Faria	História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores	USP - São Paulo	DOCTORADO	Genética e Biologia Evolutiva	2018
T07	Boss, Sérgio Luis Bragatto	Tradução Comentada de Artigos de Stephen Gray (1666-1736) e Reproduç	UNESP	DOCTORADO	Educação para a Ciência	2011
T08	Cardoso, Matheus Luciano Duarte	Fotossíntese no Século XVIII: Uma abordagem Histórico- Investigativa de co	UFABC	MESTRADO	Ensino e História das Ciências	2018
T09	Correia, Paulo do Santos	Alberto Santos Dumont e a Física do Vôo: Uma Experiência no Ensino Médio	UFBA	MESTRADO	História, Filosofia e Ensino de Ciências	2008
T10	Cunha, Ailson Vasconcelos da	Considerações sobre os aspectos cinemáticos e dinâmicos do movimento	UNESP	MESTRADO	Educação para a Ciência	2008
T11	Dias, Silvío Lima	rojjetados para construção e mudança de modelos mentais no ensino de ele	UNIFAL	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Física	2018
T12	Dutra, José Ciriaco Silva	sta para o ensino de física centrada na história da ciência e epistemologia d	UNIPAMPA	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências	2015
T13	Gardelli, Daniel	Experimento de Ørsted: subsídios para uma abordagem histórica do assunt	UEM	DOCTORADO	Educação para a Ciência e a Matemática	2014
T14	Hammes, Odair	O ensino das funções e do movimento de queda livre dos corpos: uma prop	FURB	MESTRADO	Ensino de Ciências Naturais e Matemática	2010
T15	Neves, Marcos César Danhoni	Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu	UNICAMP	MESTRADO	Física	1986
T16	Oliveira, Rilvaia Almeida de	Explorando episódios históricos no ensino de Física: o calor como radiação	UEPB	MESTRADO PROFISSIONAL	Ensino de Ciências e Matemática	2014
T17	Paula, Ronaldo César de Oliveira	O Uso de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Integrando as Dime	UNB	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciência	2006
T18	Paulino, Gilberto de Oliveira	O experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção de	UFJF	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Física	2018
T19	Pereira, Cláudio Luiz Nóbrega	A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica.	UNB	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciência	2008
T20	Pereira, Miller Rodrigo	Ciência no Ensino Médio: experimentos de Lazzaro Spallanzani sobre reprod	USP - São Paulo	DOCTORADO	Genética e Biologia Evolutiva	2014
T21	Pereira, Rafael Andrade	A Física da música no Renascimento: uma abordagem histórico-epistemoló	USP - São Paulo	MESTRADO	interunidades em Ensino de Ciências	2010
T22	Quintal, João Ricardo	Física na História: Um Caminho em Direção à Aprendizagem Significativa	CEFET/RJ	MESTRADO	Ensino de Ciências e Matemática	2008
T23	Rafael, Francisco José	o e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e ten	UFRN	MESTRADO	Ensino de Ciências Naturais e Matemática	2007
T24	Raíck, Anabel Cardoso	Experimentos exploratórios: Os contextos da descoberta e da justificativa n	UFSC	MESTRADO	Educação Científica e Tecnológica	2015
T25	Rodrigues, Danilo Miranda	O conceito de espaço e a evolução das distâncias astronômicas: Construçã	USP - São Paulo	MESTRADO PROFISSIONAL	Ensino de Astronomia	2017
T26	Santos, Max Luiz de Oliveira	Experimento de Galileu do plano inclinado em sala de aula.	UFSCAR	MESTRADO	Ciências Exatas e da Terra	2014
T27	Sepel, Letícia Maria Nunes	História da ciência e atividades práticas: proposta para formação inicial de d	UFSM	DOCTORADO	Educação em Ciências e Matemática	2012
T28	Silva, César José da	O efeito fotoelétrico - contribuições ao ensino de Física Contemporânea no z	USP - São Paulo	MESTRADO	interunidades em Ensino de Ciências	1993
T29	Silva, Jackson Kamphorst Leal da	Uma proposta de ensino de tópicos de mecânica quântica sob a ótica de Ba	UNIPAMPA	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências	2015
T30	Silva, Jeany Eunice da	O uso do termoscópio e da contextualização histórica na criação e aplicaçã	UFRN	MESTRADO PROFISSIONAL	Profissionalizante em Ensino de Ciências Naturais e	2017
T31	Silva, Tatiana Tavares da	Darwin Na Sala De Aula: Replicação De Experimentos Históricos Para Auxíli	USP - São Paulo	MESTRADO	Interunidades em Ensino de Ciências	2013
T32	Silva, Thiago Henrique dos Santos da	atal controlada remotamente para uma abordagem interdisciplinar no ensin	UNIFEI	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências	2016
T33	Soares, Reginaldo Ribeiro	no inclinado de Galileu e a História da Ciência em sala de aula de ensino m	CEFET/RJ	MESTRADO	Ensino de Ciências e Matemática	2007
T34	Sousa, Djalma Gomes de	rna no ensino médio: desafios, dificuldades e discussões metodológicas, da	UFC	MESTRADO PROFISSIONAL	Mestrado Profissional em Ensino de Física	2018
T35	Verzoto, José Carlos	e reflexões didáticas do processo de ensino/aprendizagem do conceito de	UNICAMP	MESTRADO	Química Analítica	2008

APÊNDICE 2

Referências e Resumos das Dissertações e Teses que compõem o corpus documental da pesquisa no período de 1972-2018, organizadas por ordem alfabética do autor.

T01

Alvarenga, Luciano Lewandowski. **Introdução à Física Moderna no Ensino Médio através da Discussão do Dualismo Onda-Partícula**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Física). UFRGS - Porto Alegre. 2008.

Orientador: Silvio Luiz Souza Cunha

Resumo: Este trabalho relata a experiência obtida, com alunos de ensino médio, de um curso de caráter extracurricular onde foram tratados temas tais como: Efeito Fotoelétrico, Efeito Compton, Radiação do Corpo Negro, Difração e Interferência de Ondas, Princípio da Incerteza e a interpretação do Experimento da Fenda Dupla com Fótons e Elétrons, tendo como objetivo principal da proposta introduzir alguns conceitos fundamentais de Física Moderna, especialmente os princípios básicos da Mecânica Quântica, a partir da discussão do dualismo onda-partícula. Estes tópicos foram, em primeiro lugar, apresentados e discutidos com os alunos em sala de aula e depois foram trabalhados no laboratório de informática, onde utilizou-se simuladores e programas de computador para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos. A proposta foi aplicada nos 2os anos do ensino médio do curso de informática e eletrônica da Escola Técnica Santo Inácio, situada na periferia da cidade de Porto Alegre. O trabalho foi embasado na Teoria de Aprendizagem Significante de Rogers e na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Para a avaliação do processo foram aplicados um pré-teste e um pós-teste, de mesmo teor, além de um depoimento escrito sobre o interesse dos alunos nos tópicos abordados. O curso serviu de laboratório para a produção de um hipertexto, gravado em CD-ROM e disponibilizado na rede mundial de computadores, que será utilizado em cursos de ensino médio, com o objetivo de introduzir Tópicos de Física Moderna, auxiliando professores e alunos no processo ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Não há

T02

Alves, Jardes Martins. **Física e História: Experimento de Torricelli**. Dissertação de Mestrado (Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física) UFRN - Natal. 2018.

Orientador: Juliana Mesquita Hidalgo

Resumo: Tem-se presenciado nas últimas décadas a consolidação da defesa da inserção didática da História e da Filosofia da Ciência. Seguindo essa tendência, livros didáticos vêm incluindo em seu escopo alguns elementos históricos relacionados aos conteúdos científicos. Apesar da intenção de atender às demandas da legislação educacional em termos de contextualização histórica, a falta de critérios e de atenção à historiografia da ciência acaba por dar espaço a uma inserção inadequada de elementos histórico-filosóficos. Esses equívocos se traduzem, por exemplo, na formação de visões simplistas sobre a ciência. Nesse sentido, a análise do conteúdo relativo ao experimento de Torricelli em livros didáticos, revelou diversas falhas e distorções. Partindo das inadequações observadas, e, por outro lado, tendo como fundamentos textos historiográficos confiáveis, foram elaboradas três narrativas histórico-filosóficas para utilização na Educação Básica. Essas narrativas, que têm como foco o desenvolvimento histórico do conceito de pressão atmosférica e, em especial, o experimento de Torricelli, fazem parte de uma sequência didática elaborada no sentido de colaborar com o ensino dos referidos temas científicos. O produto educacional foi aplicado em turmas do ensino médio regular em escola pública de Natal, demonstrando-se satisfatório face aos objetivos de ensino almejados.

Palavras-chave: Narrativas Didáticas. História e Filosofia da Ciência no Ensino. Concepções alternativas. Pressão Atmosférica. Natureza da Ciência.

T 03

Annunciato, Cristian. **Lei de Faraday: análise e proposta para o ensino médio.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências) USP - São Paulo. 2005.

Orientador: Suzana Salem Vasconcelos

Resumo: Grandes e complexas são as dificuldades envolvidas no ensino de Física. O presente trabalho aborda o ensino de Eletromagnetismo Clássico, particularmente da lei de Faraday. Um mapa do Eletromagnetismo Clássico, representando as quatro equações de Maxwell, é proposto e a lei de Faraday é tratada no contexto do Eletromagnetismo como um todo. É feita uma discussão do significado físico da lei de Faraday e são apresentadas as formas como alguns livros didáticos, projetos de ensino e professores abordam o assunto. A escolha da lei de Faraday como tema desse trabalho se deu em decorrência de sua importância para a compreensão de diversos fenômenos e dispositivos com que lidamos cotidianamente. Outra forte motivação para a escolha desse tema é a importância da lei de Faraday no Eletromagnetismo Clássico e a sua influência nos trabalhos de Maxwell, que resultaram em uma apresentação unificada, elegante e sintética da Eletricidade, do Magnetismo e da Óptica. A constatação de que muitos textos didáticos não distinguem os fenômenos de geração de campos elétricos por variação temporal de campos magnéticos (lei de Faraday) dos fenômenos de surgimento de correntes elétricas em condutores devido a seu movimento em campos magnéticos (força de Lorentz) também influenciou nossa escolha. O presente trabalho pretende contribuir para o esclarecimento de tal confusão. Considerando a importância das práticas experimentais no processo de ensino/aprendizagem e procurando colaborar com o trabalho de professores do Ensino Médio, apresentamos uma proposta de experimentos que possibilitam a discussão de vários fenômenos do Eletromagnetismo Clássico, especialmente da lei de Faraday. O primeiro experimento apresenta uma forma semelhante à desenvolvida por Faraday para gerar corrente elétrica, utilizando apenas ímãs e bobinas. No segundo experimento abordamos a construção e funcionamento dos transformadores elétricos, discutindo a sua importância para a redução de perdas no transporte de energia. No terceiro experimento construímos e analisamos o funcionamento de motores elétricos, desde modelos simples, constituídos de uma bobina rotatória, até os modelos comerciais, que possuem ímãs permanentes na sua estrutura. Verificamos também como é possível gerar energia elétrica utilizando os modelos comerciais. No quarto experimento abordamos a emissão e recepção de ondas eletromagnéticas de forma análoga à utilizada por Hertz. Com essa proposta pretendemos contribuir para a melhoria do ensino de Eletromagnetismo, além de apresentar uma forma possível de abordar esse tema através de experimentos.

Palavras-chave: Não há

T04

Arantes, Alessandra Riposati. **Elaboração de um Material paradidático de física: textos e experimentos.** Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Física Aplicada). USP - São Carlos. 2002.

Orientador: Luiz Antonio de Oliveira Nunes.

Resumo: Este trabalho consiste na elaboração de três livros paradidáticos e, tem como público alvo pessoas interessadas em conhecer um pouco de ciência. Vale mencionar que os livros em questão servem como suporte aos livros didáticos. O conteúdo da obra é apresentado por meios de questionamentos acerca de fenômenos físicos que quatro adolescentes fazem entre si. Quando não conseguem esclarecer esses fenômenos por si só, as personagens procuram um site, o qual conduzirá toda a trama, sempre respondendo o necessário e propondo atividades com as quais serão esclarecidas todas as dúvidas. No decorrer da narrativa são inseridos dados históricos pelas próprias personagens. Uma outra preocupação foi a de apresentar atividades que foram rigorosamente testadas, de forma que qualquer pessoa que se disponha a realizar algum experimento não se frustrar com resultados absurdos. Todas as atividades são propostas com materiais simples e de baixo custo, tomando-se mais acessíveis. Nessa dissertação serão apresentados livros cujos temas são:

eletrostática; eletricidade dinâmica e eletromagnetismo. Para comprovar a viabilidade desses materiais, os livros foram apresentados a adolescentes e adultos com o intuito de reproduzirem sozinhos as experiências, atividade que nos proporcionou a reformulação de alguns dados e, assim, a obtenção de resultados positivos.

Palavras-chave: Não há

T05

Augé, Pierre Schwartz. **Uma experiência didática diferenciada e a atitude dos alunos frente ao ensino de ciências.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Educação). UFF - Niterói. 2004.

Orientador: Sonia Krapas Teixeira

Resumo: O objetivo desta pesquisa é investigar o problema da atitude para com o ensino de ciências frente a uma experiência didática diferenciada, proposta por Augé (1996). A investigação admite como conjectura o fato de que os dezessete alunos de uma turma de primeiro ano do ensino médio do CEFET-Campos, noturno, manifestaram uma atitude positiva e que esta se relaciona às características da proposta didática. O suporte teórico da investigação inspira-se nos pilares da proposta: abordagem construtivista, história e experimentos. Além de basear-se na literatura sobre atitude, de uma maneira geral, e em pesquisas sobre a relação entre atitude e ensino de ciências. Através de entrevistas semi-estruturadas, usando referencial de pesquisa qualitativa, registram-se as impressões mais marcantes de seis alunos selecionados. As manifestações verbais e comportamentais, evidenciadas através da fala dos alunos na entrevista, são consideradas critérios eficazes nas avaliações de atitude. A análise dos dados permitiu identificar uma atitude positiva diante da intervenção didática e selecionar aspectos pertinentes: autonomia, metacognição, conflito cognitivo, aprendizado, motivação, a proposta como um todo, história, experimentos, conteúdo. Nesse sentido, é possível dizer que uma proposta estruturada em ambiente formal pode ser atitudinalmente relevante.

Palavras-Chave: Atitude, Ensino de Física, Experimento, História da Ciência

T06

Berçot, Filipe Faria. **História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley.** Tese de Doutorado. (Pós Graduação em Genética e Biologia Evolutiva). USP - São Paulo. 2018.

Orientador: Maria Elice de Brzezinski Prestes

Resumo: Esta tese consiste da elaboração, validação, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática (SD) para licenciandos de Ciências Biológicas, baseada em Ensino por Investigação (EI) e Pesquisa Baseada em Design (DBR, sigla do termo em inglês, Design Based Research), que utiliza episódios da História da Biologia do século XVIII, com os objetivos gerais de promover conhecimentos históricos específicos (conteúdo histórico), visitar conceitos dos tipos de reprodução animal (conteúdo científico) sob a perspectiva de sua aplicação didática e promover concepções informadas sobre a Natureza da Ciência (NdC). Os episódios históricos foram orientados nas investigações de reprodução animal realizados pelos naturalistas genebreses Charles Bonnet (1720-1793) e Abraham Trembley (1710-1784) que culminaram no reconhecimento de modos de reprodução assexuais, alguns deles desconhecidos até então. Ao estudar espécimes de afídeos, popularmente conhecido como "pulgões", Bonnet identificou e descreveu a "multiplicação sem acasalamento" (partenogênese). Ao estudar os "pólipos de água doce" (hidra, do grupo dos cnidários), Trembley descreveu a reprodução por regeneração e brotamento. Com base nos métodos de pesquisa da História da Ciência, esses conteúdos históricos são apresentados em capítulos específicos a fim de oferecer o contexto mais amplo da pesquisa com seres vivos no século XVIII. O conteúdo histórico subsidiou a criação de materiais instrucionais que resultaram em produtos educacionais da presente tese. O primeiro deles são Narrativas Históricas, estruturadas segundo o Ensino por Investigação, em que o conteúdo é organizado a partir das próprias questões de pesquisa Trembley e Bonnet, utilizando linguagem coloquial e

posicionando o leitor/aluno no contexto de pesquisa da época. O enredo é ainda entremeado de momentos para pensar (THINK), que provocam interrupções para a discussão de aspectos da natureza da ciência mais diretamente envolvidos. O segundo recurso instrucional desenvolvido se trata de protótipos de um Objeto Virtual de Aprendizagem sobre os estudos de Bonnet com reprodução em pulgões. O terceiro, um roteiro de condução de Replicação Física de Experimentos Históricos, com estudos de Abraham Trembley sobre os pólipos de água doce. Esses materiais instrucionais e as estratégias para sua aplicação junto a estudantes integram uma SD planejada, implementada e analisada segundo a Pesquisa Baseada em Design (DBR). A abordagem DBR se concretiza por aplicações sucessivas, chamadas "iterações", de versões da SD, chamadas "protótipos", de cujas análises são extraídos Princípios de Design que devem nortear não apenas o refinamento da SD ao longo das iterações em curso, como oferecer parâmetros, tanto teóricos quanto práticos, para a construção de novas SDs, em contextos semelhantes de ensino. A SD elaborada nesta pesquisa passou por duas validações e duas iterações. A primeira validação foi realizada por quatro professores da escola básica participantes do Laboratório de História da Biologia e Ensino do IB-USP, em 2015. A segunda validação foi realizada por especialistas da pesquisa de interface entre história e filosofia da ciência e ensino, da Universidade de Buenos Aires e Instituto, Buenos Aires, Argentina, em 2017. A primeira iteração da SD foi realizada com dez licenciandos matriculados na disciplina optativa livre Estratégias para o Ensino de Genética e Evolução no Ensino Médio, do curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), no 2º semestre de 2015. A segunda, com 10 licenciandos da disciplina de Prática Pedagógica em Biologia I, do curso de Licenciatura em Ciências, habilitação em Ciências Biológicas, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), campus de Diadema, no segundo semestre de 2016. Em ambos os casos, foi apresentado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos participantes da pesquisa. Os instrumentos de coleta de dados compreenderam observação do pesquisador, gravação de áudio das atividades, produções dos alunos, questionários e entrevistas. Para a análise, preponderantemente qualitativa, foi realizada triangulação dos dados coletados e comparação com rubricas previamente validadas e estabelecidas, com o objetivo de determinar as variáveis relevantes na promoção da aprendizagem dos conteúdos metacientíficos e científicos abordados na SD e no delineamento de indicadores para proposição de Princípios de Design. Os resultados deste trabalho, coletados por meio de ciclos iterativos de protótipos de uma SD fundamentados pelo DBR, permitem concluir que a associação entre episódios da história da biologia, natureza da ciência e ensino por investigação é uma estratégia eficiente para a promoção de aspectos relacionados ao fazer científico em disciplinas da formação inicial docente. Para aumentar a robustez dos Princípios de Design construídos nesta tese, novos ciclos de iteração, com número crescente alunos e cenários, são recomendados.

Palavras-Chave: Sequência Didática; História da Biologia; Natureza da Ciência; Pesquisa Baseada em Design; Charles Bonnet; Abraham Trembley; reprodução animal

T07

Boss, Sergio Luis Bragatto. **Tradução Comentada de Artigos de Stephen Gray (1666-1736) e Reprodução de Experimentos Históricos com Materiais Acessíveis - subsídios para o ensino de eletricidade.** Tese de Doutorado (Pós- Graduação em Educação para a Ciência) UNESP - Bauru. 2011.

Orientador: André Koch Torres de Assis

Resumo: A literatura específica da área de Ensino de Ciências tem apresentado importantes discussões sobre dificuldades de aprendizagem e compreensão de conceitos científicos pelos alunos. Diante disso, já há algum tempo a História da Ciência tem sido defendida enquanto elemento que pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos científicos. Apesar do potencial educacional que é atribuído à História da Ciência e do esforço que tem sido feito para aproximá-la da educação científica, existem algumas barreiras que podem inviabilizar o sucesso desta aproximação, impedindo que ela cumpra, efetivamente, o seu papel frente ao Ensino de Ciências. Dentre as barreiras que a literatura aponta, destacamos

a falta de material histórico de qualidade e acessível a alunos e professores que possa subsidiar práticas metodológicas em sala de aula. No bojo dessa escassez está a falta de traduções de fontes primárias para o português. Tendo em vista tal contexto, este trabalho de doutorado tem como objetivo geral fazer a tradução comentada dos dez artigos de Stephen Gray (1666-1736) relacionados à eletricidade. Dos dez textos traduzidos, nove foram publicados no periódico *Philosophical Transactions of The Royal Society* e uma carta foi publicada por Chipman (1954). Como objetivo específico propomos elaborar um conjunto de elementos, os quais denominamos de recursos didáticos, que possam ampliar o acesso de professores e alunos ao conteúdo das traduções: comentários em forma de notas; figuras; experimentos históricos com material de baixo custo; breve biografia do autor do texto traduzido; linha do tempo do período em questão; introdução geral ao texto. Stephen Gray foi um importante, porém pouco mencionado, pesquisador do início do Século XVIII. Seu trabalho trouxe importantes contribuições para a área da eletricidade. Dentre seus feitos encontram-se: a verificação da transmissão da eletricidade e da eletrização por indução, a proposição da existência de materiais condutores e não-condutores de eletricidade, assim como as principais características destes materiais, entre outros. Este trabalho se justifica na medida em que contribui para a diminuição da escassez de material histórico adequado para a educação em ciências, um problema sério que pode colocar em xeque a aproximação entre a História da Ciência e o Ensino de Ciências. Além disso, colabora com a discussão sobre a acessibilidade do conteúdo de material histórico para a educação científica, ponto que entendemos como essencial quando se pensa no sucesso daquela aproximação.

Palavras-chave: Traduções Comentadas. Experimentos Históricos com material de baixo custo. História da Ciência. Ensino de Ciências.

T08

Cardoso, Matheus Luciano Duarte. **Fotossíntese no Século XVIII: Uma abordagem Histórico- Investigativa de conceitos científicos e aspectos da Natureza das Ciências.** Dissertação de Mestrado. (Pós- Graduação em Ensino e História das Ciências). UFABC - Santo André. 2018.

Orientador: Thaís Cyrino de Mello Forato

Resumo: Esta pesquisa investigou o uso da História das Ciências e do Ensino por Investigação na formação inicial de professores, buscando contextualizar os conceitos científicos em uma perspectiva histórica e promovendo a reflexão de aspectos epistemológicos envolvidos em sua elaboração. O tema científico selecionado foi a fotossíntese, conteúdo presente em currículos oficiais do ensino fundamental e médio, que tem sido abordado pela literatura especializada, apontando erros conceituais em materiais didáticos e na concepção de alunos e professores de ciências e biologia. A pesquisa adotou como uma alternativa frutífera para enfrentar tais problemas a abordagem conceitual e metodológica oferecida pela história das ciências, em perspectiva investigativa, que promove a compreensão de fenômenos naturais, questões teóricas e experimentais que contribuíram para a elaboração desse conceito, conferindo significado aos conceitos científicos e favorecendo a reflexão explícita sobre aspectos relativos à natureza das ciências. Desse modo, foi elaborada uma proposta didática na perspectiva histórico-investigativa, em que narrativas históricas são interrompidas com problemas que levam os estudantes a conjecturarem hipóteses e a buscarem soluções frente ao contexto da época. O recorte histórico selecionado apresenta as contribuições de personagens como Joseph Priestley (1733-1804), Jan Ingenhousz (1730-1799) e Jean Senebier (1742- 1809) na investigação acerca da nutrição vegetal durante o século XVIII, e ainda, aborda algumas teorias vigentes nesse período, como a Teoria do Flogisto. A metodologia da pesquisa partiu de estudos em historiografia da história das ciências e de referenciais teóricos do ensino de ciências. Para o desenvolvimento da proposta didática foi elaborado um modelo organizador de Unidades Histórico-Investigativas, buscando conciliar informações dos fenômenos em seu respectivo contexto histórico às questões que permitissem envolver os estudantes e promover a conjectura de hipóteses e reflexões. A proposta foi aplicada em duas turmas de uma disciplina de Práticas Pedagógicas de Biologia II, para licenciandos em ciência/biologia, da

Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema. As fontes de dados constituem-se nas transcrições de gravações de áudio e de filmagens das 4 horas-aula ocorridas em cada uma das duas turmas; as atividades escritas pelos discentes e suas respostas ao questionário final; e ainda, registros de campo de uma pesquisadora observadora. Os dados foram analisados segundo uma perspectiva qualitativa de um estudo de caso, utilizando a análise de conteúdo de Bardin. Os resultados mostram elementos formativos promovidos pela proposta didática, tanto com relação aos conceitos científicos e epistemológicos, bem como sobre a didática das ciências, por exemplo, a percepção dos licenciandos sobre o significado e a importância da contextualização de conceitos e da perspectiva investigativa na prática pedagógica, destacando que a vivência das atividades mostrou possibilidades para suas próprias aulas. Os resultados também apontam para o diferencial formativo em se propiciar a vivência prática de experimentos históricos, ou oferecer vídeos, animações ou simulações, no sentido de detalhar os experimentos envolvidos nos estudos de caso históricos. O organizador de Unidades Histórico-Investigativas ofereceu um suporte adequado para a construção de uma abordagem visando à confluência entre as contribuições advindas da História das Ciências e do Ensino por Investigação no ambiente educacional.

Palavras-chaves: História das Ciências; Ensino por Investigação; Unidades Histórico-Investigativas; Formação de Professores; Fotossíntese.

T09

Correia, Paulo do Santos. **Alberto Santos Dumont e a Física do Vôo: Uma Experiência no Ensino Médio.** Dissertação de Mestrado (Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências) UFBA - Salvador. 2008.

Orientador: Olival Freire Junior

Resumo: O objeto desta pesquisa foi inserir a Física do Vôo no Ensino Médio tendo como motivação a história de Alberto Santos Dumont e a invenção do avião. A experiência didática foi realizada na Escola Estadual Joaquim da Rocha Medeiros, pertencente à rede pública de ensino do Estado da Bahia, no município de Santa Maria da Vitória, e teve como população alvo 134 estudantes do 2º ano vespertino desta instituição. A pesquisa, de natureza qualitativa, foi iniciada em 20 de julho de 2007, e finalizada em 28 de setembro do mesmo ano. A coleta dos dados foi realizada através da Observação Participativa, Entrevista Coletiva, Registro de Eventos, Produção de Textos e Experimentos e da aplicação de um Questionário (Avaliação) tipo Likert. A pesquisa sugere que os conteúdos da Física do Vôo, apoiados pela história de Santos Dumont foi elemento motivador fundamental para o curso sobre a Física do Vôo; sem esta, o curso provavelmente seria frustrante. O curso também trouxe uma maior motivação para o estudo da Física Clássica no ensino Médio e uma justificação plausível para o estudo da Dinâmica dos Fluidos, além de resgatar um dos nossos principais heróis brasileiros. Por fim, conclui-se que a inclusão de temas de relevância atual no currículo do Ensino Médio, com o intuito de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solitário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade parecem ser necessário para o futuro da Física no Ensino Médio.

Palavras- Chave: Ensino de Física, Alberto Santos Dumont, Física do Vôo

T10

Cunha, Ailson Vasconcelos da. **Considerações sobre os aspectos cinemáticos e dinâmicos do movimento.** Dissertação de mestrado. (Pós-Graduação em Educação para a Ciência). UNESP - Bauru. 2008.

Orientador: Lizete Maria Orquiza de Carvalho

Resumo: É corrente entre os pesquisadores a necessidade de inserção da História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino de ciências, assim como esta inserção é recorrentemente apontada como uma solução para a suposta crise que invadiu o ensino nesta modalidade. Insatisfeitos com o rumo que estas pesquisas estão tomando, delineamos nosso problema de pesquisa. Explicitamos nossa concepção de educação embasada principalmente pela obra do educador Paulo Freire, ou seja, apresentamos nossa concepção de educação dialógica-

problematizadora na vertente emancipadora. Fazemos uma aproximação entre a concepção freiriana de educação e o ensino de ciências, a fim de estabelecer uma concepção de ensino de ciências, bem como do ensino de física do qual compartilhamos. Nessa concepção de ensino de ciências apresentamos a finalidade pela qual pretendemos resgatar a História, Filosofia e Sociologia da Ciência, HFSC, argumentando em favor de sua inseparabilidade com a Ciência no ensino de ciências. Apresentamos a Experiência do Balde de Newton e a finalidade que a mesma teria nessa concepção. Concluímos que a construção de enunciados sobre a experiência do Balde de Newton, através de seus conseqüentes pronunciamentos e sua volta problematizada ao sujeito, proporcionou aos alunos uma transformação da realidade.

Palavras-chave: Ensino de Física, Experimento do Balde de Newton, Paulo Freire, Problematização, Fenômenos e Enunciados

T11

Dias, Sílvia Lima. **Experimentos projetados para construção e mudança de modelos mentais no ensino de eletromagnetismo.** Dissertação de Mestrado. (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). UNIFAL - Alfenas. 2018.

Orientador: Frederico Augusto Toti.

Resumo: Devido ao seu conteúdo extenso que envolve conceitos abstratos de difícil compreensão, o estudo do Eletromagnetismo revela um elevado grau de desinteresse por parte da maioria dos alunos dentro da disciplina de Física. Além da natureza abstrata dos conceitos envolvidos, soma-se a essa dificuldade a estratégia utilizada no ensino desse tema, que privilegia, quase que exclusivamente, aulas expositivas no quadro, as quais se limitam a uma breve explicação teórica dos fenômenos e leis do Eletromagnetismo, seguida de resolução de exercícios. No entanto, a adoção de atividades experimentais em sala de aula pode amenizar de forma significativa os problemas acima citados, uma vez que elas possibilitam a aplicação do conteúdo em situações práticas. Dessa forma, este trabalho propõe a utilização de um material didático-pedagógico em sala de aula, que permite aos alunos investigarem os conteúdos do Eletromagnetismo de maneira interativa, dando-lhes subsídios para que tenham condições de compreender, questionar e, por fim, adquirir o conhecimento científico. Este trabalho contribui fornecendo uma sequência de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo e fácil acesso, obedecendo a ordem com que os tópicos sobre Eletromagnetismo aparecem na história da Física além e também na sequência de algumas obras didáticas. Além disso, foi utilizado como fundamentação teórica os “Modelos Mentais de Johnson-Laird”, em função da versatilidade teórica apresentada nesta teoria para que possamos compreender uma forma de construção individual do conhecimento científico, por parte dos alunos, sujeitos do processo.

Palavras-chave: Ensino de Física. Eletromagnetismo. Modelos Mentais.

T12

Dutra, José Ciríaco Silva. **Uma proposta para o ensino de física centrada na história da ciência e epistemologia de Bachelard.** Dissertação de Mestrado. (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). UNIPAMPA - Bagé. 2015.

Orientador: Daniel Luiz Nedel

Resumo: A intenção materializada neste trabalho é mostrar que a História da Ciência (HC) pode servir como um referencial norteador e facilitador para o ensino e a aprendizagem da física escolar. A linha pedagógica adotada foca na construção conceitual do fenômeno. Apresenta-se como uma alternativa a um ensino de física fundamentado na exposição de conceitos prontos e atividade puramente matemática. A ideia surgiu da insatisfação com os resultados produzidos pela rotina didático-pedagógica tradicional da escola, acompanhada da acentuada dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos da ciência física, quando trabalhados na forma de aulas expositivas tradicionais; centradas em cálculos matemáticos. O fenômeno escolhido como objeto de estudo foi movimento. A escolha se justifica pelo fato de se tratar de um fenômeno cotidianamente observado pelos estudantes, e, cuja construção conceitual, é fundamental na física clássica. Para a realização da proposta, foi construída uma

sequência didática, acompanhada de estratégias diversificadas; e sua aplicação deu-se em uma turma de primeiro ano do ensino médio da E. E. E. M. Manoel Lucas de Oliveira, localizada no município de Hulha Negra, RS. A partir da aplicação da proposta, foi elaborado um produto educacional no formato de sequência didática, contendo explicações adicionais e sugestões para auxílio aos professores que optarem por inseri-la em sua atividade pedagógica. O embasamento teórico da proposta encontra-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), Moreira (2006) e na Epistemologia de Gaston Bachelard, principalmente na sua obra *A Formação do Espírito Científico* (1996) e *Filosofia do Não* (1991). Ausubel postula a importância de considerar os conhecimentos prévios ou espontâneos já construídos pelos estudantes e da forma de usá-los para a construção de novos conceitos. Bachelard, além de considerar importantes os conhecimentos prévios, identifica os entraves naturais, denominados por ele de Obstáculos Epistemológicos, incrustados no sistema cognitivo dos estudantes, decorrentes de suas vivências cotidianas. Foram elaborados textos individuais e em processo de colaboração, bem como mapas conceituais, previstos pela teoria ausubeliana e o perfil epistemológico de cinco estudantes, fundamentado na epistemologia de Bachelard. Optou-se por uma metodologia flexível, adequada a cada momento da ação pedagógica. Foram usadas principalmente Instrução pelos colegas (IpC), Ensino Colaborativo (EC) e alguns experimentos. Os dados obtidos foram analisados sob a teoria metodológica da pesquisa qualitativa, amparada principalmente em Moreira (2011) e Triviños (2012). Espera-se que esta proposta possa contribuir para o ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de física. História da Ciência. Epistemologia de Gaston Bachelard. Aprendizagem e ensino de ciências. Movimento.

T13

Gardelli, Daniel. **Experimento de Ørsted: subsídios para uma abordagem histórica do assunto no ensino médio.** Tese de Doutorado (Pós Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática). UEM - Maringá. 2014.

Orientador: Marcos Cesar Danhoni Neves.

Resumo: Neste trabalho apresentamos alguns aspectos do contexto histórico em que se deu a observação da interação entre a agulha imantada de uma bússola e um fio com corrente elétrica. Também fizemos uma análise das interpretações dadas a este fenômeno por Hans Christian Ørsted (1777-1851), André-Marie Ampère (1775-1836), Michael Faraday (1791-1867) e Jean-Baptiste Biot (1774-1862) em parceria com Félix Savart (1791-1841), procurando enfatizar os conceitos que estes cientistas consideravam como fundamentais.

Após este estudo histórico, fizemos uma análise crítica de como os livros didáticos abordam as primeiras ideias associadas com a origem do eletromagnetismo, e em particular como é ensinado o “experimento de Ørsted”. Finalmente sugerimos uma nova maneira de abordar o assunto de modo a levar em consideração as informações trazidas por nosso estudo histórico. Em anexo, apresentamos uma tradução inédita do primeiro artigo sobre eletromagnetismo escrito por Faraday intitulado *Historical Sketch of Electro-magnetism*.

Palavras-chave: Experimento de Ørsted; Interação Eletromagnética; Força entre Elementos de Corrente de Ampère; História da Ciência; Ensino de Física

T14

Hammes, Odair. **O ensino das funções e do movimento de queda livre dos corpos: uma proposta para as disciplinas de Matemática e Ciências.** Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). FURB - Blumenau. 2010.

Orientador: Elcio Schumacher

Resumo: Neste trabalho desenvolveu-se uma proposta de ensino para as disciplinas de matemática e ciências em que, especificamente, tratou-se dos conteúdos referentes às funções do primeiro e segundo grau e do movimento de queda livre dos corpos. O trabalho desenvolveu-se dentro de uma perspectiva de integração entre essas disciplinas, partindo do princípio de que esta abordagem seria facilitadora da aprendizagem, uma vez que as funções, nas suas três formas de representação (tabelas, gráficos e fórmulas), constituem-se na

linguagem utilizada para o estudo de fenômenos físicos tal como da queda livre dos corpos. Esta proposta foi colocada em prática mediante o desenvolvimento de uma sequência didática aplicada aos alunos de duas turmas de oitava série do ensino fundamental. Em que buscou-se propiciar aos alunos uma compreensão do fenômeno referente à queda dos corpos, a partir de uma abordagem que privilegiou o desenvolvimento histórico no que diz respeito ao estudo e compreensão desse fenômeno, enfatizando, principalmente, a importância da matemática na construção do modelo científico. Desse modo, a principal atividade de ensino realizada foi a reconstrução do célebre experimento de Galileu com o plano inclinado. As estratégias de ensino adotadas e as respectivas atividades realizadas, além de privilegiarem uma abordagem histórica, fundamentaram-se em pressupostos construtivistas e do movimento das concepções alternativas. Assim, tendo em vista um ensino mais efetivo e uma aprendizagem mais significativa, reconhecia-se a importância de identificar e problematizar as concepções alternativas dos alunos e de buscar nas atividades de ensino o envolvimento ativo e significativo dos alunos no processo de aprendizagem. A sequência didática iniciou-se com a aplicação de um pré-teste para averiguar as concepções dos alunos referentes à queda de corpos. E se constatou que, de um modo geral, a grande maioria dos alunos apresentava uma concepção aristotélica a respeito desse fenômeno, ou seja, relacionava proporcionalmente a velocidade de queda de um corpo a seu peso. Pretendendo-se que os alunos verificassem a inexistência dessa concepção e, então, realizassem um estudo a respeito desse fenômeno físico, desenvolveu-se um conjunto de atividades de ensino que envolveu: a realização de experimentos, a leitura e discussão de textos, a apresentação e discussão de imagens e vídeos, dentre outras atividades. E então verificou-se por meio da aplicação de um pós-teste e de sua análise e comparação com o pré-teste que na maioria dos alunos ocorreu uma mudança conceitual em direção a aceitação e compreensão do modelo científico para a queda livre dos corpos.

Palavras-chave: Ensino de matemática e ciências. Funções. Queda livre dos corpos. Construtivismo.

T15

Neves, Marcos César Danhoni. **Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Física). Unicamp - Campinas, 1986.

Orientador: Carlos A. Arguello

Resumo: Desenvolve um programa de ensino da Primeira e Segunda Leis de Kepler, experimentando-o em diferentes grupos, situações e locais. O programa tem por base: a) estudo quantitativo dos fenômenos astronômicos ao longo do ensino como um todo, a partir da pré-escola, conduzindo ao aluno as técnicas e hábitos de observação da natureza e a formulação de perguntas geradoras; b) instrumentalização simples das observações astronômicas, procurando elaborar "criativamente" instrumentos elementares, que produzam resultados semi-quantitativos; c) apresentação das leis fundamentais como resposta às perguntas geradas nas etapas anteriores; d) instrumentalização das leis fundamentais, simplificando-as se necessário, para pô-las ao alcance das técnicas dominadas pelo aluno (matemática e experimentos) e permitir a sua utilização; e) utilização das leis, simplificadas ou não, para descrição quantitativa ou semi-quantitativa dos fenômenos físicos, previsão de situações e discussões alternativas; f) importância da visão histórica do desenvolvimento dos conceitos astronômicos e a sua inserção contínua na elaboração do material didático. Apresenta o texto produzido (editado como livro), análises críticas dos textos de ensino de 1º, 2º e 3º graus, análises e avaliações dos cursos ministrados e as sugestões decorrentes das atividades. Para o futuro, sugere a integração completa dos seis itens (que já está sendo iniciada no NIMEC - Núcleo Interdisciplinar para Melhoria do Ensino de Ciências) e a abordagem similar de temas diferentes (Óptica, Acústica, Mecânica, Eletricidade, etc.)

Palavras-Chave: Não há

T16

Oliveira, Rilavia Almeida de. **Explorando episódios históricos no ensino de Física: o calor como radiação em fins do século XVIII.** Dissertação de Mestrado Profissional. (Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática). UEPB - Campina Grande. 2014. **Orientadora:** Ana Paula Bispo da Silva.

Resumo: A pesquisa que realizamos envolvendo a relação entre História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências parte do pressuposto que estes dois campos podem estar relacionados em quatro níveis: conceitual, epistemológico, sócio-cultural e de motivação (SEROGLOU e KOUMARAS, 2001; SEKER, 2012). Dentre estes níveis, o presente trabalho buscou explorar um episódio histórico em que fossem destacados aspectos conceituais e epistemológicos; mais especificamente as primeiras impressões sobre a relação entre espectro de cores da luz e a emissão de calor radiante, e os experimentos que buscaram verificar esta relação. Neste intuito, estudamos em detalhes os experimentos de William Herschel (1738-1822) sobre calor radiante, mais especificamente seus experimentos nos quais investigava o poder de aquecer e iluminar das diferentes cores e verificou a existência de radiação além do espectro visível e sua construção dos espectros de luz e de calor. A partir das hipóteses elaboradas por Herschel e os resultados a que chega, propõe-se a discussão de aspectos conceituais como a constituição do espectro de luz, os fenômenos de refração e reflexão da radiação infravermelha e as medidas de intensidade luminosa. Aspectos epistemológicos e metodológicos também são considerados como a questão causa-efeito, bem como a precisão de medidas e as discordâncias que o experimento gerou na época. Destaca-se que mesmo contendo uma série de limitações do ponto de vista experimental e metodológico, o experimento de Herschel é considerado como crucial na detecção da radiação infravermelha. Para o material educacional, adotamos o estudo de caso histórico (STINNER, et. al., 2003), elaborando um material do tipo paradigmático em que contextualizamos as atividades de Herschel, apresentamos alguns de seus experimentos sobre calor radiante e uma possibilidade de reprodução didática e destacamos as consequências de seus resultados em tecnologias atuais que envolvem radiação infravermelha.

Palavras-Chave: História da Ciência; Ensino de Ciências; Calor; Radiação.

T17

Paula, Ronaldo César de Oliveira. **O Uso de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Integrando as Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula.** Dissertação de Mestrado. (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências). UNB - Brasília. 2006.

Orientador: Cássio Costa Laranjeiras

Resumo: As ciências naturais são vistas como ciências empíricas porque a experimentação tem um papel central no processo de produção de novos conhecimentos (Höttecke, 2000). No entanto, a dimensão empírica da prática científica, enquanto constitutiva do conhecimento científico, é pouco explorada nas aulas de Física. A exemplo do que acontece com os aspectos históricos e filosóficos, geralmente concebidos como adereços motivacionais ao ensino da ciência, a experimentação científica, que a prática laboratorial representa, permanece ocultada, quando não distorcida. O objetivo deste trabalho é discutir o uso de "experimentos históricos" no Ensino de Física como estratégia no processo de contextualização e articulação da dimensão histórica do conhecimento científico na sala de aula. Como exemplo desta articulação, sugerimos o resgate da experiência do Plano Inclinado, extraída da obra Discursos e Demonstrações Matemáticas acerca de Duas Novas Ciências (1638), de Galileu Galilei (1564-1642), onde a lei de queda dos corpos é investigada. Propomos ainda a exploração desse tema no contexto de sala de aula, sobretudo, através do emprego de simulações computacionais com o software Modellus.

Palavras-chave: Ensino de Física; História da Ciência; Galileu Galilei; Experimentação.

T18

Paulino, Gilberto de Oliveira. **O experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção da abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo.**

Dissertação de Mestrado. (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) UFJF - Juiz de Fora. 2018.

Orientador: Wilson de Souza Melo

Resumo: Este trabalho tem a finalidade de propor uma sequência didática, com abordagem histórico-filosófica, utilizando-se de experimentos e demonstrações históricas na introdução de conceitos do eletromagnetismo no Ensino Médio. Através desta sequência didática, apresenta-se aos estudantes do Ensino Médio o conceito de ondas eletromagnéticas, numa dinâmica histórica que inclui discussões a respeito da natureza da ciência. O experimento histórico escolhido didaticamente como central é o experimento demonstrativo de Oliver Lodge, que projetou um sistema efetivo de recepção das ondas eletromagnéticas cuja principal inovação foi o emprego do coesor no lugar da antena de Hertz. Nessa dissertação, assume-se uma perspectiva pedagógica que se aproxima da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) na medida em que considera a difusão dos conteúdos, vivos e atualizados e a transmissão de conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade, tarefas centrais da Educação. Constatamos uma afinidade entre a PHC e o ensino de ciências e concluímos que o referencial da PHC pode subsidiar o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino de ciências. Por fim, apresenta-se um relato e avaliação do desenvolvimento e aplicação efetiva da sequência didática proposta em sala de aula. O Produto Educacional desenvolvido neste trabalho de mestrado consiste na sequência didática e sua descrição, dos textos e questionários utilizados nas aulas e do texto de apoio ao professor.

Palavras-chave: Ensino de Física, História e Filosofia da Ciência, Experimentos Históricos, Oliver Lodge, Pedagogia Histórico-Crítica.

T19

Pereira, Cláudio Luiz Nóbrega. **A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências). UNB - Brasília, 2008.

Orientador: Roberto Ribeiro da Silva

Resumo: A motivação para este trabalho partiu da percepção de que os alunos não demonstram muito interesse pelo estudo do conteúdo relativo à Química Orgânica. A literatura tem enfatizado que este é um caso particular de um problema mais amplo: o ensino de ciências passa por uma crise. Segundo vários estudos, esta situação se deve a abordagem pela qual o conhecimento científico é apresentado. Tal abordagem caracteriza-se por ser focada na transmissão de conteúdos que se distanciam da realidade dos alunos, tendo como objetivo a formação de futuros profissionais para carreiras ligadas a ciência. Além do mais, esta abordagem apresenta o conhecimento científico como uma verdade inquestionável, já que, em termos epistemológicos, apóia-se em um modelo empírico indutivista da ciência, cujos fundamentos têm sido duramente criticados pela moderna Filosofia da Ciência. Com intuito de superar tais dificuldades, produzimos um módulo de ensino que aborda o tema corantes, segundo uma perspectiva histórica aliada à experimentação. Este módulo foi avaliado por sete professores de Química. A avaliação de cada um deles foi coletada por meio de entrevistas semi-estruturadas. Como resultado os professores destacaram a potencialidade do material em permitir uma abordagem que rompa com a fragmentação do conhecimento químico, aproxime o conteúdo da realidade do aluno, e apresente as inter-relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os professores indicaram, ainda, que os experimentos sugeridos podem contribuir para articular o nível macroscópico com os níveis teórico e representacional do conhecimento químico. Também realizamos uma análise sobre a forma como foram inseridas a História da Ciência e a Experimentação nos livros didáticos de Química, que irão fazer parte do Programa Nacional do Livro Didático de 2008. O resultado de tal avaliação mostra que, em geral, estes livros fazem uso da história da ciência, porém de forma inconsistente, e que a experimentação ainda é tomada segundo a lógica da confirmação.

Palavras-chave: Química Orgânica, História da Ciência, Experimentação.

T20

Pereira, Miler Rodrigo. **História da Ciência no Ensino Médio: experimentos de Lazzaro Spallanzani sobre reprodução animal**. Tese de Doutorado. (Pós Graduação em Genética e Biologia Evolutiva). USP - São Paulo. 2014.

Orientadora: Maria Elice Brzezinski Prestes.

Resumo: A História da Ciência, nas últimas décadas, é apontada pela literatura especializada como um recurso pedagógico apropriado para ensinar conteúdo científico atual e abordar aspectos da natureza da ciência na sala de aula. Este trabalho trata dos aspectos motivacionais e emocionais nos alunos frente a abordagem inclusiva da História da Ciência como uma ferramenta para promover discussões sobre a construção do conhecimento científico e para trabalhar o conceito de reprodução animal, concentrando no estudo do desenvolvimento de método experimental em investigação de seres vivos. O episódio histórico escolhido foi o estudo da reprodução de anfíbios realizado por Lazzaro Spallanzani (1729-1799), que nos permitiu explorar com os alunos, especialmente, a reflexão e discussão sobre observação, teoria e as relações entre eles. Na parte empírica deste estudo, foi desenvolvida uma sequência didática, conforme modelo de M. Méheut (2004), orientada segundo os princípios de Design Based Research (DBR), visando motivar os alunos ao aprendizado de conceitos de reprodução, em turmas de terceiro ano do ensino médio. A sequência produzida foi constituída por oito aulas planejadas de acordo com uma estratégia de ensino de investigação. A Sequência Didática foi aplicada em duas escolas públicas da cidade de São Paulo, Brasil. Foram elaborados materiais didáticos para serem usados na Sequência Didática, como textos de apoio sobre o episódio histórico em questão para os alunos (com base na metodologia de história da ciência, ou seja, fontes primárias analisadas em seu contexto) e replicação de experimentos em ambiente virtual por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação. A aplicação da Sequência Didática foi registrada em vídeo e avaliada por dois questionários, um para análise dos aspectos motivacionais, e outro, emocionais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. A intervenção mostrou efeitos positivos quanto à motivação dos estudantes e principalmente sobre a auto-eficácia e motivação intrínseca. Contudo, algumas concepções relativas à motivação extrínseca foram resistentes a mudanças, o que forneceu indicações para o aprimoramento dos princípios de design e de sua implementação em sala. Os resultados podem indicar novas possibilidades de utilização de História da Ciência no ensino de ciências.

Palavras-chave: História da Ciência, Ensino de Ciências, replicação de experimentos históricos, motivação, emoções, TICs, Sequência Didática, Lazzaro Spallanzani.

T21

Pereira, Rafael Andrade. **A Física da música no Renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica**. Dissertação de Mestrado. (Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências). USP - São Paulo. 2010.

Orientador: Oscar João Abdounur

Resumo: Este trabalho objetiva pesquisar sob uma perspectiva histórico-epistemológica o desenvolvimento da acústica musical no Renascimento. Tal investigação será especialmente focada na busca de indicadores da importância da verificação experimental na produção do conhecimento acústico nesse período. Com o intuito de extrair os indicadores mencionados, assim analisou-se tratados teórico-musicais desse período sob uma perspectiva das relações entre a física, a matemática e a música. Do ponto de vista educacional, o presente projeto pretende, por meio de uma exposição didática no museu Estação Ciência, reproduzir estruturalmente experimentos esclarecedores de conceitos acústicos emergentes na Revolução Científica, fazendo uso de recursos modernos. Como resultado bibliográfico de tais reflexões, foi organizada uma discussão sobre um conjunto de estratégias de ensino sobre a relação entre física, matemática e música, sob uma perspectiva histórico-epistemológica.

Além disso, o presente trabalho relatou o processo de desenvolvimento de uma exposição didática sobre a relação entre a matemática, a física e a música. Tal exposição busca reconstruir os principais experimentos da história da acústica musical responsáveis pela

consolidação da teoria que conhecemos atualmente, evidenciando os indicadores da importância da verificação experimental na produção do conhecimento acústico na história da ciência. Neste sentido, torna-se fundamental que a pesquisa historiográfica forneça subsídios teóricos para a fundamentação da transição de uma ciência musical centrada em um dogmatismo aritmético para uma ciência musical, que tem a verificação experimental como critério relevante de falseamento de suas teorias. Desta forma, o presente trabalho pretende apresentar a exposição didática que será realizada no museu Estação Ciência, reproduzindo por escrito sua estrutura, experimentos e painéis que visam esclarecer conceitos acústicos emergentes na Grécia Antiga e suas transformações ao longo da Revolução Científica.

Palavras-Chave: Exposição , Divulgação Científica , Acústica Musical, Epistemologia Histórica, Experimentação

T22

Quintal, João Ricardo. **Física na História: Um Caminho em Direção à Aprendizagem Significativa.** Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática). CEFET/RJ - Rio de Janeiro. 2008.

Orientador: Andreia Guerra de Moraes

Resumo: A presente dissertação relata e avalia os resultados de uma pesquisa em ensino sobre a relevância da inserção da História da Ciência, como agente influenciador no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo, em nível de Ensino Médio. O curso apresenta um enfoque histórico-filosófico-sociológico, no qual a Física é abordada de forma contextualizada através de uma metodologia elaborada, mesclando experimentos históricos com a teoria, discutindo questões filosóficas fundamentais ao desenvolvimento do eletromagnetismo, buscando gerar nos alunos uma Aprendizagem Significativa.

Palavras-chave: Eletromagnetismo, História da ciência, Aprendizagem Significativa

T23

Rafael, Francisco Josélio. **Elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e temperatura.** Dissertação de Mestrado (Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) UFRN - Natal. 2007.

Orientador: André Ferrer Pinto Martins

Resumo: Este trabalho investigou as concepções alternativas apresentadas por alunos do Ensino Médio, em relação aos conceitos de calor e de temperatura, objetivando a elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino a partir do diagnóstico levantado das concepções presentes nos estudantes. A estratégia de ensino foi constituída por uma seqüência de atividades que envolvem História da Ciência e experimentos, inseridas num curso que teve como base a proposta do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). Utilizamos como fio condutor de nosso trabalho de pesquisa o desenvolvimento da Termodinâmica, desde o desenvolvimento das primeiras máquinas térmicas, passando pela Revolução Industrial e a evolução dos conceitos de calor e de temperatura. A estratégia de ensino foi aplicada a uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Mossoró (RN). Procurou-se, com as atividades, tornar os conceitos que fazem parte da Termodinâmica mais significativos para os alunos. Avaliamos que a aplicação da estratégia representou ganhos para os estudantes da turma, em termos do aprendizado das leis e conceitos da Termodinâmica (especificamente dos conceitos de calor e de temperatura), assim como no que se refere à superação de suas concepções iniciais.

Palavras-chave: Concepções alternativas. calor e temperatura. Termodinâmica. história da ciência.

T24

Raicik, Anabel Cardoso. **Experimentos exploratórios: Os contextos da descoberta e da justificativa nos trabalhos de Gray e Du Fay.** Dissertação de mestrado. (Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica). UFSC - Florianópolis. 2015.

Orientador: Luis Orlando de Quadro Peduzzi.

Resumo: A experimentação é normalmente entendida, no ensino de ciências, como um meio para refutar ou corroborar uma teoria e todo o seu processo dinâmico foge a uma reflexão metodológica. Principalmente na física, uma ciência experimental, é natural que as relações entre hipótese e experimentação estejam intimamente ligadas ao processo de construção do conhecimento. Entretanto, como enfatiza a literatura, é essencial refletir sobre esses vínculos que passam, muitas vezes, despercebidos tanto no âmbito da própria ciência como no procedimento pedagógico. Desta forma, o objetivo geral desta pesquisa foi evidenciar a dinâmica entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico. Para tanto se desenvolveu um módulo de ensino que discute o conceito de experimentação exploratória (STEINLE, 1997; 2002) e a relação entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa, a partir dos estudos de Stephen Gray e Charles Du Fay em um momento incipiente da história da eletricidade. O módulo é constituído por um texto, dois artigos, três trechos de vídeos, seminários e uma atividade experimental, realizada em sala de aula. No primeiro semestre de 2013, ele foi implementado em um dos segmentos de uma disciplina sobre História da Ciência da Universidade Federal de Santa Catarina. Os dados obtidos através de um questionário aberto, em termos gerais, mostraram que a proposta é eficaz, promovendo uma satisfatória articulação entre o conteúdo histórico e aspectos específicos da filosofia da ciência.

Palavras-chave: História da eletricidade. Hipótese e experimentação. Módulo de ensino.

T25

Rodrigues, Danilo Miranda. **O conceito de espaço e a evolução das distâncias astronômicas: Construção de um material didático.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) USP - São Paulo. 2017

Orientador: Ramachrisna Teixeira

Resumo: O conceito de espaço é um dos mais fundamentais da natureza e tem sido, ao longo da história da ciência, objeto de estudo de diversos filósofos, físicos e também astrônomos. Do ponto de vista epistemológico, este conceito foi de grande importância para algumas das mais famosas visões cosmológicas: desde a concepção aristotélica, passando pela gravitação newtoniana até a formulação da teoria geral da relatividade. Por outro lado, reconstruir a evolução das medidas de distâncias astronômicas é uma forma de abordar a própria história da Astronomia. Essa história é repleta de construções, desconstruções e mudanças de paradigmas. Tal dinamismo é um elemento instigante e motivador, mas estranhamente não se reflete, na maioria dos casos, nos livros didáticos e nas aulas de ciências como um todo. Este trabalho consiste na elaboração e na aplicação de um material didático composto por atividades e oficinas que, utilizando as muitas formas de abordar pedagogicamente o conceito de espaço, buscam estimular alunos e até mesmo professores a refletir sobre como nos relacionamos com a natureza por meio da ciência. As atividades, construídas e aplicadas, ao longo de dois anos, a alunos do nono ano do Ensino Fundamental e do primeiro ano do Ensino Médio, foram divididas segundo dois objetivos específicos. As primeiras exploraram algumas questões ainda em aberto estudadas pela física de partículas e a grande controvérsia existente durante séculos que marcou a transição da visão Geocêntrica para a Heliocêntrica no século XVI. Tais questões foram elaboradas no sentido de ressaltar o quão dinâmico é o nosso entendimento sobre a natureza. A segunda parte do trabalho de campo consistiu na elaboração e na aplicação de oficinas de determinação de distâncias astronômicas por métodos consagrados ao longo da história da ciência. O relato dos alunos e a avaliação dos resultados das oficinas nos mostraram que, de fato, os famosos experimentos reconstruídos pelos alunos durante as oficinas levaram a resultados próximos dos valores conhecidos pela literatura e, muito mais importante, revelaram o caráter dinâmico e evolutivo do conhecimento científico.

Palavras-chave: Conceito de espaço, ensino, ciências, história da Astronomia.

T26

Santos, Max Luiz de Oliveira. **Experimento de Galileu do plano inclinado em sala de aula.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas). UFSCAR - São Carlos. 2014.

Orientador: Nelson Studart Filho

Resumo: Este trabalho objetiva fazer uma reprodução adaptada do experimento clássico do plano inclinado, atribuído a Galileu Galilei. A intenção é a criação de situações de aprendizagem para serem aplicadas em turmas do ensino médio, pretendendo que as mesmas possam vir a ser um elemento motivador para que estes alunos aprendam conceitos ligados à física, bem como tenham condições de melhor perceber o caráter subjetivo que existe por trás da ciência e do seu processo de construção.

Pretende-se com a realização do experimento, e com o direcionamento dado às atividades, que os estudantes possam melhor visualizar o conhecimento científico como fruto de uma construção humana, bem como suas limitações intrínsecas, percebendo que este se solidifica baseado na construção de modelos e hipóteses, que são modificados com o decorrer do tempo.

A discussão e averiguação das hipóteses feitas pelo grande físico, na elaboração da teoria da queda dos corpos, bem como a validade das mesmas, poderá ser fruto de ricas discussões sobre o desenvolvimento científico. Os alunos poderão discutir sobre a possibilidade da adoção e aceitação de ideias equivocadas na ciência e as implicações que as mesmas teriam para a elaboração das teorias científicas.

O trabalho pretende analisar a medição dos tempos de rolamentos de esferas sobre o plano inclinado, avaliando os métodos que Galileu poderia ter utilizado para efetuá-los e suas conclusões a respeito deste tipo de movimento, bem como fazer uma releitura apresentando métodos mais modernos, como por exemplo, a medição destes tempos com o gravador de som de um microcomputador, e a posterior discussão sobre ambas as formas, confrontando aspectos históricos e modernos na elaboração da ciência. Aplicadas as atividades, finalizaremos o trabalho com os resultados do projeto, e sua conclusão, perspectivas de continuidade, avaliando a viabilidade de sua utilização como um produto educacional que possa servir como ferramenta no processo de ensino aprendizagem em nível médio e utilizado por outros professores em outros contextos.

Palavras-chave: Experimento de Galileu. História da Ciência. Ensino de Física.

T27

Sepel, Lenira Maria Nunes. **História da ciência e atividades práticas: proposta para formação inicial de docentes.** Tese de Doutorado (Pós graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - UFSM - Santa Maria. 2012.

Orientador: João Batista Teixeira Rocha

Resumo: O presente trabalho tem como ideia geral a associação entre atividades práticas e História da Ciência para o ensino de Ciências no Ensino Médio, considerando que essa forma de apresentação tem grande potencial para motivar os alunos para o estudo, permitir o desenvolvimento de habilidades que não podem ser atingidas com aulas teóricas e leituras e facilitar a compreensão sobre a forma de produção do conhecimento científico. A tese está dividida em duas partes, a primeira (capítulos de 1 a 3) apresenta, sob forma de artigos, as investigações realizadas sobre história da microscopia e ensino de Biologia Celular; o desenvolvimento de um microscópio simplificado para aplicação em aulas de Biologia Celular e a pesquisa sobre sugestões de aulas práticas no Portal do Professor (MEC/Brasil). Na segunda parte são apresentados textos e experimentos que compõem uma proposta de curso para formação docente, tendo como tema planejamento e execução de atividades práticas no Ensino Médio.

Palavras-Chave: Não há

T28

Silva, César José da. **O efeito fotoelétrico - contribuições ao ensino de Física Contemporânea no 2º grau.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação Interunidades de Ensino de Ciências) USP - São Paulo, 1993.

Orientador: Norberto Cardoso Ferreira

Resumo: Este trabalho defende a introdução de conceitos de Física Moderna e Contemporânea no curso secundário. Em abordagem evolutiva, discute paradoxos que colocaram a Física Clássica em dificuldades, como a radiação do corpo negro e a quantização da energia. Chega-se, então, à explicação de efeito fotoelétrico, interpretado segundo a teoria quântica. Com a finalidade de ajudar no processo ensino-aprendizagem, buscou-se nas atividades experimentais e na interação professor-aluno, um tipo de contribuição possível deste trabalho ao ensino de Física no secundário. Para tanto, desenvolveu-se um aparelho experimental, a partir de materiais alternativos, para o estudo do efeito fotoelétrico, cujos conceitos são centrais neste trabalho. Para tornar possível esta tarefa, algumas atividades teórico-experimentais foram desenvolvidas com professores do curso secundário para testar a eficiência da metodologia escolhida e contribuir na atuação desses professores junto aos alunos.

Palavras-chave: Não há

T29

Silva, Jackson Kamphorst Leal da. **Uma proposta de ensino de tópicos de mecânica quântica sob a ótica de Bachelard.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – UNIPAMPA - Bagé, 2015.

Orientador: Daniel Luiz Nedel

Resumo: Dada a complexidade da representação do mundo microscópico e a necessária capacidade de abstração exigida na sua representação contemporânea, pretendemos com este trabalho identificar possíveis obstáculos epistemológicos que influenciaram a construção e o desenvolvimento histórico da Mecânica Quântica, bem como identificar os obstáculos epistemológicos presentes nos textos de Física Moderna e Contemporânea dos livros didáticos. Destacando as rupturas epistemológicas como uma descontinuidade que ocorre no desenvolvimento histórico e também como uma inadequação entre o saber comum e o conhecimento científico e através de uma psicanálise do conhecimento objetivo utilizada na superação dos obstáculos epistemológicos e na retificação dos erros das concepções alternativas dos alunos, pretendemos desenvolver uma sequência didática através de uma visão filosófica não realista e elaborar textos de apoio para o estudo da questão da dualidade onda-partícula através do experimento da fenda dupla para elétrons, do interferômetro Mach-Zehnder e da interação entre radiação e matéria através do efeito fotoelétrico sob a luz do postulado quântico, que são questões essenciais da Física Quântica, destacando, ainda, que na Física Quântica a observação dos fenômenos está relacionada com o fato de que a interação dos objetos atômicos e dos instrumentos de medida é parte integrante dos fenômenos quânticos (Interpretação da Complementaridade). Considerando que abordagens filosóficas, de caráter ontológico e epistemológico, podem gerar estratégias e atividades que envolvam a imaginação e a abstração necessárias para o entendimento das novas teorias incluímos neste trabalho uma breve discussão sobre o realismo científico e o antirrealismo bem como um breve relato histórico deste debate filosófico, que podem e devem ser conduzidos às salas de aula. Utilizaremos como fundamento teórico para o desenvolvimento deste trabalho a Epistemologia Histórica de Bachelard.

Palavras-chave: Mecânica Quântica. Dualidade onda-partícula. Obstáculos epistemológicos. Conhecimento.

T30

Silva, Jeany Eunice da. **O uso do termoscópio e da contextualização histórica na criação e aplicação de uma unidade didática para o ensino de termometria.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) UFRN - Natal, 2017.

Orientador: André Ferrer Pinto Martins

Resumo: Ao longo das últimas décadas a área da História e Filosofia da Ciência (HFC) tem sido considerada como ferramenta importante no ensino de física, como evidenciado na literatura especializada da área de Didática das Ciências. Apesar do aumento dessas publicações, ainda é restrita a relação direta com a educação básica, o “como fazer” ainda limita ações diretas que possam de fato influenciar a construção do conhecimento no ensino de física. O presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de construir, aplicar e avaliar uma sequência didática a partir de elementos históricos e do uso do termoscópio. A temática escolhida foi o ensino da física térmica, com a reprodução e exploração do termoscópio, instrumento de medida qualitativa de calor, utilizado por muitos estudiosos desde o século V a.C. e que se tornou equipamento importante no processo de construção dos conceitos utilizados hoje de calor e de temperatura. A utilização de experimentos com valor histórico pode ajudar a aproximar o aluno da física, contribuindo tanto para a contextualização histórica dos conhecimentos quanto para a aprendizagem de conceitos. Este produto educacional utiliza os três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) e é composto por três modelos de termoscópios, construídos com materiais de fácil acesso; três textos, sendo dois produzidos por nós e um adaptado; um roteiro para o professor; e um questionário de fixação para o aluno. O produto foi aplicado no segundo ano do ensino médio de uma escola pública de Natal/RN. Os resultados indicam que o uso do termoscópio e da HFC foi considerado uma abordagem positiva e que gerou momentos de investigação, confronto de ideias, reflexão e argumentação por parte dos alunos, possibilitando que eles percebessem que seus conhecimentos podem ser restritos até certo ponto e que é necessário aprofundar ou reorganizar o saber, reestruturando o pensamento.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência; termoscópio; ensino de física; temperatura; experimentos históricos.

T31

Silva, Tatiana Tavares da. **Darwin Na Sala De Aula: Replicação De Experimentos Históricos Para Auxiliar a Compreensão Da Teoria Evolutiva.** Dissertação de Mestrado. (Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências) USP - São Paulo. 2013.

Orientador: Maria Elice Brzezinski Prestes

Resumo: Esta dissertação, inserida em linha de pesquisa de “História, Filosofia e Cultura no Ensino de Ciências” trabalhou com a temática replicação de experimentos históricos. A pesquisa, caracterizada por uma abordagem inclusiva da História da Ciência no ensino de Biologia foi orientada pelos seguintes objetivos: 1) desenvolver o estudo de um episódio histórico, sobre experimentos de dispersão de sementes e seu papel na teoria evolutiva de Charles Darwin, descritos no seu livro A origem das espécies; 2) desenvolver um estudo empírico por meio da elaboração, validação, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática; 3) promover a replicação dos experimentos de Darwin como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem da teoria de evolução dos seres vivos; e 4) promover uma abordagem reflexiva de aspectos meta-científicos, particularmente do papel da imaginação e criatividade nas etapas de investigação. O estudo do episódio histórico gerou um material que pode servir de subsídio para o professor que sinta motivado a desenvolver trabalho semelhante em sala de aula, bem como para seus próprios estudantes. Foram produzidos materiais instrucionais e utilizaram-se diferentes estratégias didáticas para a Sequência Didática. O estudo empírico foi aplicado em duas turmas de 2o ano do Ensino Médio, de uma escola particular, na cidade de São Paulo, no primeiro semestre de 2012. Entre as contribuições e desafios dessa pesquisa para a área de ensino de Ciências e História da Biologia, destacam-se: evidências de que a abordagem histórica é motivadora e facilitadora

da aprendizagem; a diversidade de atividades propostas foi citada como importante para a aprendizagem e motivar os alunos a pensar sobre o problema de Darwin e elaborarem hipóteses, mas ao mesmo tempo conduzi-los para que as discussões se encaminhassem para uma replicação, como Darwin fez.

Palavras-chave: Charles Darwin, Ensino de Ciências, replicação de experimentos históricos, História da Biologia, evolução.

T32

Silva, Thiago Henrique dos Santos da. **Uma proposta experimental controlada remotamente para uma abordagem interdisciplinar no Ensino de Matemática e Física.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) UNIFEI – Itajubá, 2016.

Orientador: Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

Resumo: A importância das atividades experimentais no ensino de ciências é destacada por tantas pesquisas que sua utilização no processo de ensino e de aprendizagem já é consenso na área. Contudo, esse fato não tem contribuído para que a experimentação seja uma realidade constante nas escolas brasileiras, tendo em vista, diferentes fatores: a falta de infraestrutura na maioria das escolas, o despreparo pedagógico de muitos professores para planejar e dirigir esse tipo de atividade, a falta de apoio para a realização de montagem e manutenção de equipamentos, etc. Neste trabalho, propomos o desenvolvimento e a avaliação de uma atividade experimental que pode ser controlada remotamente por qualquer usuário por meio de um computador conectado à internet. Inspirado na História da Física e da Matemática, o experimento, pode oportunizar discussões relativos tanto à conceitos matemáticos quanto físicos, facilitando um abordagem interdisciplinar. Resultados apontam para a eficácia e precisão da atividade quanto à coleta de dados. Além disso, em relação à opinião de licenciandos e dos Professores de Física e Matemática consultados, o recurso apresenta potenciais para ser utilizado como meio para disseminar a prática experimental entre os alunos das escolas públicas que não dispõem de laboratórios.

Palavras-chave: Ensino de Física, Ensino de Matemática, experimentação, Laboratório Remoto.

T33

Soares, Reginaldo Ribeiro. **O plano inclinado de Galileu e a História da Ciência em sala de aula de ensino médio.** Dissertação de Mestrado Profissional (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática). CEFET/RJ - Rio de Janeiro. 2007.

Orientador: Paulo de Faria Borges

Resumo: Neste trabalho, desenvolvemos três textos para o ensino médio acerca da história dos movimentos - desde Aristóteles, trazendo pelas contribuições de Ptolomeu, Copérnico, Brahe, Kepler e Galileu - e uma aula experimental em que os alunos realizaram a experiência do plano inclinado de Galileu. Realizar as medidas de tempo manualmente é extremamente difícil, por isso introduzimos o microcomputador para colher dados, elaborar as tabelas de posição versus tempo e construir os respectivos gráficos. A atividade experimental é aberta, de modo que os alunos tenham oportunidade de explorar, testar e discutir soluções para todo o processo de medida, desde o uso dos sensores LDR nos sistemas de detecção até a construção dos gráficos utilizando uma planilha eletrônica. A fundamentação teórica para o desenvolvimento da proposta é a teoria cognitivista de Piaget e a teoria sócio-interacionista de Vigotski, na qual o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, seus signos e instrumentos. Todas as atividades foram desenvolvidas para visar a uma perspectiva pedagógica moderna e testadas em sala de aula em três turmas de 1ª série do ensino médio do Colégio Agrícola Nilo Peçanha-UFF, em Pinheiral-RJ, em 2006. Com esse material conseguimos desenvolver os conteúdos de uma forma mais atrativa, com melhor envolvimento dos alunos e maior motivação por parte dos mesmos, permitindo a participação ativa na aquisição de informações e construção do conhecimento. Observamos que o microcomputador é uma boa ferramenta auxiliar no processo ensino/aprendizagem, e deveria ser visto como mais um aliado entre todos os recursos didáticos existentes, não como

único e muito menos substituto do professor, a quem cabe cada vez mais o papel de orientador, estimulador e organizador de um ambiente propício para o processo de ensino/aprendizagem eficaz.

Palavras-Chave: Não há

T34

Sousa, Djalma Gomes de. **Implementação de experimentos de Física Moderna no ensino médio: desafios, dificuldades e discussões metodológicas, da concepção a construção do produto educacional.** Dissertação de Mestrado (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física). UFC - Fortaleza, 2018.

Orientador: Nildo Loiola Dias

Resumo: Este trabalho apresenta o desenvolvimento do ensino de Física no Ensino médio, abordando a problemática do ensino contemporâneo sobre a prática de ensino ainda baseada em aulas expositivas, em geral descontextualizadas, que mantém a metodologia com base em rotinas de cálculos, ensinando a fazer respostas sem questionar ou elaborar as perguntas. Assim propõe uma referencialização necessária para que se diminua a distância entre o que se pensa o que se diz e o que se faz, pois existe uma necessidade de que aula vá além da aplicação da ferramenta da matemática e seja focada no arcabouço teórico da Física Contemporânea, principalmente por meio dos problemas resolvidos e de aplicação experimental e teórica nas instituições de ensino superior, mas de fácil execução no ensino médio. Por isso apresenta todas as etapas de pesquisa, construção e aplicação de um Produto Educacional, uma apostilha que apresenta de forma detalhada procedimentos de montagem e modelos de relatórios de experimentos de dois kits, um nomeado “Kit de eletricidade estática e efeito fotoelétrico”, e outro “Kit para determinação da constante de Planck”. A proposta experimental desenvolvida para estes kits traz uma introdução básica que inclui aspectos históricos – científicos bastante relevantes e apresenta as características mais importantes e fundamentais dos fenômenos que devem ser discutidas em pormenor durante a prática experimental. A apostila visa, por meio do experimento, uma maior dialogicidade com os estudantes, na intenção de vencer a dificuldade dos alunos de ensino médio com relação ao ensino de Física Moderna. Assim este trabalho avalia as implicações, problemas e desafios quanto ao uso desta nova metodologia na escola Centro de Educação de Jovens e Adultos Professora Eudes Veras (CEJA). Metodologia aplicada por meio de oficinas de Física na intenção de resolver uma distorção idade/série ainda presente nos CEJAs. Os experimentos foram construídos para estimular a elaboração de hipóteses e construção de modelos sobre os fenômenos observados, mas percebeu-se que os estudantes ainda encontram dificuldade de trabalhar sozinho, relatar suas observações e aversão ainda ao trabalho manual e de equipe. No entanto, de acordo com os resultados da prática desenvolvida com o Produto Educacional houve uma postura de maior motivação, pois o produto foi essencial em estimular o pensamento indutivo – dedutivo, que apesar do nível, os alunos conseguiram, em certa medida, descrever a ciência que está por trás dos procedimentos experimentais com os quais saíram satisfeitos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Física Moderna, Produto Educacional.

T35

Verzoto, José Carlos. **Contexto histórico e reflexões didáticas do processo de ensino/aprendizagem do conceito de equilíbrio químico.** Dissertação de Mestrado (Mestrado em Química Analítica) Unicamp - Campinas. 2008.

Orientador: Adriana Vitorino Rossi.

Resumo: Neste trabalho, o tema equilíbrio químico foi objeto de estudo sob perspectiva didática, considerando-se sua relevância em termos conceituais bem como aspectos relacionados ao processo de ensino/aprendizagem, como dificuldades apresentadas na linguagem e interpretação desse conceito apontadas na literatura e por professores do ensino médio. Neste contexto, buscou-se investigar aspectos de desenvolvimento histórico desse conceito, resgatando informações relevantes para subsidiar interpretações críticas de material didático comercial e aprimorar situações propícias ao processo de ensino/aprendizagem em

sala de aula. Paralelamente, foram elaboradas 2 propostas didáticas incluindo material de apoio para o ensino de equilíbrio químico. A primeira proposta que envolveu aulas contextualizadas, demonstrações experimentais e abordagem histórica (A) foi trabalhada junto a 3 turmas de estudantes (81 participantes) da 3ª série em 2007, enquanto a outra proposta (B) limitou-se a aspectos teóricos tradicionais e foi aplicada a 9 turmas (236 estudantes) da 2ª e 3ª série em 2006 e 1 (33 estudantes) da 3ª série, em 2007, todas do ensino médio. Utilizando-se de questionários e entrevistas, foram investigadas impressões prévias e pós-aulas desses estudantes sobre questões envolvendo o conceito de equilíbrio químico. Os resultados desta investigação indicaram vantagens no processo de ensino/aprendizagem na aplicação da proposta A, que incluiu situações que oportunizaram o professor problematizar teorias empiristas através da demonstração experimental e da discussão de construção do conhecimento científico sob um olhar histórico, viabilizando desta forma, assim uma abordagem dinâmica da Ciência. Apesar dessa proposta demandar alguns esforços adicionais por parte do professor, principalmente no que diz respeito à realização das demonstrações experimentais e discussão de aspectos históricos, os resultados alcançados são compensadores.

Palavras-Chave: Não há

APÊNDICE 3

Modelo de Ficha de Classificação

Descritores Gerais / Base institucional

Título			
Autor		Ano de Defesa	
Orientador			
Programa de Pós-Graduação		IES	
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo			
Palavras-Chave			
Objetivos Gerais do Trabalho			
Metodologia			
Experimentos propostos/realizados			
Resultados e Conclusões			

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	<input type="checkbox"/> Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais <input type="checkbox"/> Física () Química () Biologia () Geral
Tema	
Período Histórico	
Cientista(s) Envolvido(s)	
Nível de ensino dos alunos envolvidos	<input type="checkbox"/> E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais <input type="checkbox"/> Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tipos de Materiais propostos/realizados	<input type="checkbox"/> Históricos () Laboratoriais () Caseiros/baixo custo <input type="checkbox"/> Outros: _____
Tipo(s) de ação pedagógica proposta(s) no(s) experimento(s)	<input type="checkbox"/> Investigação () Demonstração () Replicação histórica <input type="checkbox"/> Remota () Redescoberta
Tempo de duração das atividades propostas	
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	
Tipo de Experimento histórico	
Referenciais Históricos	
Tipo(s) de abordagem(s) pedagógica(s)	

APÊNDICE 4 – Fichas de Classificação

Ficha de Classificação – T01

Título	Introdução à Física Moderna no Ensino Médio através da Discussão do Dualismo Onda-Partícula		
Autor	<i>Luciano Lewandowski Alvarenga</i>	Ano de Defesa	2008
Orientador	<i>Silvio Luiz Souza Cunha</i>		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Física	IES	UFRGS
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>Este trabalho relata a experiência obtida, com alunos de ensino médio, de um curso de caráter extracurricular onde foram tratados temas tais como: Efeito Fotoelétrico, Efeito Compton, Radiação do Corpo Negro, Difração e Interferência de Ondas, Princípio da Incerteza e a interpretação do Experimento da Fenda Dupla com Fótons e Elétrons, tendo como objetivo principal da proposta introduzir alguns conceitos fundamentais de Física Moderna, especialmente os princípios básicos da Mecânica Quântica, a partir da discussão do dualismo onda-partícula. Estes tópicos foram, em primeiro lugar, apresentados e discutidos com os alunos em sala de aula e depois foram trabalhados no laboratório de informática, onde utilizou-se simuladores e programas de computador para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos. A proposta foi aplicada nos 2os anos do ensino médio do curso de informática e eletrônica da Escola Técnica Santo Inácio, situada na periferia da cidade de Porto Alegre. O trabalho foi embasado na Teoria de Aprendizagem Significativa de Rogers e na Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Para a avaliação do processo foram aplicados um pré-teste e um pós-teste, de mesmo teor, além de um depoimento escrito sobre o interesse dos alunos nos tópicos abordados. O curso serviu de laboratório para a produção de um hipertexto, gravado em CD-ROM e disponibilizado na rede mundial de computadores, que será utilizado em cursos de ensino médio, com o objetivo de introduzir Tópicos de Física Moderna, auxiliando professores e alunos no processo ensino-aprendizagem.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Inserir Física Moderna no Ensino Médio - Gerar material didático com a finalidade de servir como fonte de consulta para estudantes e professores do ensino médio 		
Metodologia	<p style="text-align: center;">A metodologia utilizada foi dividida na seguinte seqüência:</p> <p>1) Parte Teórica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula expositivo-dialogada com apresentação de um resumo em power-point; • Apresentação de simulações via Internet; • Discussão e análise de fenômenos visualizados em programas de computador; • Leitura em sala de aula de textos sobre o assunto; <p>2) Parte Prática</p>		

	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização do laboratório de informática para o trabalho com simuladores dos conteúdos vistos em sala de aula; • Experimentos realizados em sala de aula. <p>3) Leitura de Textos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texto elaborado pelo professor-autor sobre a natureza da luz; • Textos retirados em livros didáticos do ensino médio.
Experimentos propostos/realizados	Efeito Fotoelétrico, Efeito Compton, Experimento da Fenda Dupla, O Interferômetro de Mach-Zehnder e o de Polarização da Luz;
Resultados e Conclusões	Segundo o autor, este afirma que houve crescimento cognitivo na maioria dos alunos participantes, inclusive do próprio autor, ajudando-o a buscar subsídios para a elaboração de um material que contempla as necessidades didáticas dos alunos. Ele também afirma que de acordo com os resultados obtidos houve aprendizagem significativa, conforme os dados levantados e observações que fizeram durante o decorrer do curso, que preencheu as expectativas prévias ao começo das atividades, e os autores notaram empenho e interesse da grande maioria dos estudantes, assiduidade e pontualidade e, acima de tudo, um despertar para novos desafios. Estas atividades serviram de laboratório para a produção de um hipertexto sobre Tópicos de Física Moderna, apresentando uma série de animações que foram confeccionadas com o objetivo de visualizar fenômenos, muitos deles, distantes para a maioria de estudantes e dos professores do ensino médio.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Ótica ondulatória - Luz
Período Histórico	Século XVII a Século XX
Cientista(s) Envolvido(s)	Isaac Newton (1642-1727), Philip Lenard (1862 – 1947), Albert Einstein (1879-1955), Ludwig Mach (1868-1951), Ludwig Zehnder (1854-1949)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro:
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais () Caseiros () Outros: _____
Tipos de ação pedagógica proposta nos experimentos	() Investigação () Demonstração. () Replicação () Remota. (X) Redescoberta
Tempo de duração das atividades propostas/realizadas	O curso foi realizado no período noturno, após o horário de aula regular dos alunos, e consistiu em 11 encontros de 80 minutos cada, totalizando 15 horas-aula, durante um período de 3 meses.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Escola Técnica Santo Inácio em Porto Alegre (RS).
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011) seriam experimentos do tipo <i>extensão histórica</i> , feitos através de simulações em computadores utilizando <i>Applets</i> obtidos pela internet das experiências de Albert Einstein
Referenciais Históricos utilizados	Textos paradidáticos e slides produzidos pelo próprio autor sobre os experimentos de Isaac Newton e Albert Einstein
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Socioconstrutivista (Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e Rogers)

Ficha de Classificação – T02

Título	Física e História: Experimento de Torricelli		
Autor	<i>Jardes Martins Alves</i>	Ano de Defesa	2018
Orientador	<i>Juliana Mesquita Hidalgo</i>		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Física	IES	UFRN
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>Tem-se presenciado nas últimas décadas a consolidação da defesa da inserção didática da História e da Filosofia da Ciência. Seguindo essa tendência, livros didáticos vêm incluindo em seu escopo alguns elementos históricos relacionados aos conteúdos científicos. Apesar da intenção de atender às demandas da legislação educacional em termos de contextualização histórica, a falta de critérios e de atenção à historiografia da ciência acaba por dar espaço a uma inserção inadequada de elementos histórico-filosóficos. Esses equívocos se traduzem, por exemplo, na formação de visões simplistas sobre a ciência. Nesse sentido, a análise do conteúdo relativo ao experimento de Torricelli em livros didáticos, revelou diversas falhas e distorções. Partindo das inadequações observadas, e, por outro lado, tendo como fundamentos textos historiográficos confiáveis, foram elaboradas três narrativas histórico-filosóficas para utilização na Educação Básica. Essas narrativas, que têm como foco o desenvolvimento histórico do conceito de pressão atmosférica e, em especial, o experimento de Torricelli, fazem parte de uma sequência didática elaborada no sentido de colaborar com o ensino dos referidos temas científicos. O produto educacional foi aplicado em turmas do ensino médio regular em escola pública de Natal, demonstrando-se satisfatório face aos objetivos de ensino almejados.</p>		
Palavras-Chave	Narrativas Didáticas. História e Filosofia da Ciência no Ensino. Concepções alternativas. Pressão Atmosférica. Natureza da Ciência		
Objetivos Gerais do Trabalho	Desenvolver e aplicar um produto educacional consistindo de três narrativas histórico-filosóficas para utilização na Educação Básica. Este produto objetiva contribuir, dentro de suas possibilidades, como um material acessível ao professor para a inserção didática de elementos histórico-filosóficos relacionados ao tema “pressão atmosférica”. O produto tem como foco, mais especificamente, o experimento de Torricelli.		
Metodologia	O autor elaborou uma sequência didática abordando o tema do Experimento de Torricelli, inspirada nos chamados “três momentos pedagógicos”: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, embora sem segui-los à risca. Em seguida aplicou esta sequência didática em uma turma de 1º ano do Ensino Médio e aplicou questionário pós-teste aos alunos.		
Experimentos propostos/realizados	O Experimento de Torricelli		
Resultados e Conclusões	<p>A aplicação do produto educacional elaborado pelo autor mostrou-se satisfatória no que diz respeito ao ensino sobre a Natureza da Ciência e o conceito de pressão atmosférica.</p> <p>A abordagem foi bem recebida pelos alunos, que se mostraram atuantes em grande parte do tempo. Os alunos experimentaram uma</p>		

	mudança na visão de ciência que vinham demonstrando até a utilização das narrativas histórico-filosóficas, e passaram a descrever uma ciência mais humanizada construída coletivamente, passiva de dilemas e com a provisoriedade do conhecimento.
--	--

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Estudo da Pressão Atmosférica
Período Histórico	Século XVII
Cientista(s) Envolvido(s)	Evangelista Torricelli (1608-1647)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro:
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros () Outros:
Tipo de ação pedagógica proposta nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Remota. (X) Redescoberta
Tempo de duração das atividades propostas/realizadas	Para a sequência didática proposta foram elaboradas 7 atividades envolvendo os três momentos pedagógicos, que utilizaram 7 horas-aulas de Física ao longo de aproximadamente 1 mês letivo.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Colégio Estadual do Atheneu Norte- Riograndense, em turmas da 1ª série do ensino médio regular
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011) seriam experimentos do tipo <i>extensão histórica</i> , feitos predominantemente com materiais caseiros
Principais Referenciais Históricos	Textos paradidáticos produzidos pelo próprio autor e vídeos didáticos do Youtube.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivista, baseada nos 3 momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990)

Ficha de Classificação - T03

Título	Lei de Faraday: análise e proposta para o ensino médio.		
Autor	Cristian Annunciato	Ano de Defesa	2005
Orientador	Suzana Salem Vasconcelos		
Programa de Pós-Graduação	CPGI - Interunidades de Ensino de Ciências	IES	USP - São Paulo
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Grandes e complexas são as dificuldades envolvidas no ensino de Física. O presente trabalho aborda o ensino de Eletromagnetismo Clássico, particularmente da lei de Faraday. Um mapa do Eletromagnetismo Clássico, representando as quatro equações de Maxwell, é proposto e a lei de Faraday é tratada no contexto do Eletromagnetismo como um todo. É feita uma discussão do significado físico da lei de Faraday e são apresentadas as formas como alguns livros didáticos, projetos de ensino e professores abordam o assunto. A escolha da lei de Faraday como tema desse trabalho se deu em decorrência de sua importância para a compreensão de diversos fenômenos e dispositivos com que lidamos cotidianamente. Outra forte motivação para a escolha desse tema é a importância da lei de Faraday no Eletromagnetismo Clássico e a sua influência nos trabalhos de Maxwell, que resultaram em uma apresentação unificada, elegante e sintética da Eletricidade, do Magnetismo e da Óptica. A constatação de que muitos textos didáticos não distinguem os fenômenos de geração de campos elétricos por variação temporal de campos magnéticos (lei de Faraday) dos fenômenos de surgimento de correntes elétricas em condutores devido a seu movimento em campos magnéticos (força de Lorentz) também influenciou nossa escolha. O presente trabalho pretende contribuir para o esclarecimento de tal confusão. Considerando a importância das práticas experimentais no processo de ensino/aprendizagem e procurando colaborar com o trabalho de professores do Ensino Médio, apresentamos uma proposta de experimentos que possibilitam a discussão de vários fenômenos do Eletromagnetismo Clássico, especialmente da lei de Faraday. O primeiro experimento apresenta uma forma semelhante à desenvolvida por Faraday para gerar corrente elétrica, utilizando apenas ímãs e bobinas. No segundo experimento abordamos a construção e funcionamento dos transformadores elétricos, discutindo a sua importância para a redução de perdas no transporte de energia. No terceiro experimento construímos e analisamos o funcionamento de motores elétricos, desde modelos simples, constituídos de uma bobina rotatória, até os modelos comerciais, que possuem ímãs permanentes na sua estrutura. Verificamos também como é possível gerar energia elétrica utilizando os modelos comerciais. No quarto experimento abordamos a emissão e recepção de ondas eletromagnéticas de forma análoga à utilizada por Hertz. Com essa proposta pretendemos contribuir para a melhoria do ensino de Eletromagnetismo, além de apresentar uma forma possível de abordar esse tema através de experimentos.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	Busca abordar questões relativas ao ensino do Eletromagnetismo Clássico, sobretudo a lei de Faraday. A partir da discussão dessa lei o autor propõe uma forma de se ensiná-la no Ensino Médio através de experimentos.		

Metodologia	O texto possui 4 capítulos principais: Os 2 primeiros fazem uma discussão da importância do Eletromagnetismo clássico e da importância e o significado físico da Lei de Faraday. O 3º faz uma apresentação de como a lei de Faraday é discutida em alguns projetos de ensino de Física, livros de Ensino Médio e de nível superior. Por fim apresenta uma proposta para a discussão do fenômeno de indução eletromagnética através de 4 experimentos voltados para alunos de ensino médio.
Experimentos propostos/realizados	O 1º experimento (Ímãs e bobinas): apresenta uma forma semelhante à desenvolvida por Faraday para gerar corrente elétrica, utilizando apenas ímãs e bobinas. O 2º experimento (Transformadores): aborda a construção e funcionamento dos transformadores elétricos, discutindo a sua importância para a redução de perdas no transporte de energia. O 3º experimento (Motores e geradores): construção e análise do funcionamento de motores elétricos, desde modelos simples até os modelos comerciais. O 4º experimento aborda a emissão e recepção de ondas eletromagnéticas de forma análoga à utilizada por Hertz.
Resultados e Conclusões	A proposta foi trabalhada como um projeto piloto com alunos de graduação do Instituto de Física da USP em 2004, período noturno. As atividades experimentais realizadas, além de contribuírem para a melhor compreensão da lei de Faraday, serviram também como exemplos de atividades que eles, como futuros professores, poderiam utilizar. Com essa proposta o autor afirma que pretende contribuir para a melhoria do ensino do Eletromagnetismo, mais especificamente da lei de Faraday.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	<input type="checkbox"/> Ciências – E. F. Anos Iniciais <input type="checkbox"/> Ciências – E.F. Anos Finais <input checked="" type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Biologia <input type="checkbox"/> Geral
Tema	Eletromagnetismo Clássico - Lei de Faraday
Período Histórico	Século XIX
Cientista(s) Envolvido(as)	Michael Faraday (1791 - 1867)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	<input type="checkbox"/> E. F. – Anos Iniciais. <input type="checkbox"/> E.F. – Anos Finais <input checked="" type="checkbox"/> Ensino Médio <input type="checkbox"/> Ensino Superior <input type="checkbox"/> Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	São elaborados 4 experimentos que seriam trabalhados em aproximadamente 10 aulas de 50 minutos (8h20min).
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O autor sugere que não há necessidade de laboratório para realização dos experimentos, podendo estes serem realizados na sala de aula.
Tipos de Materiais propostos/realizados	<input type="checkbox"/> Históricos (<input type="checkbox"/> Laboratoriais <input checked="" type="checkbox"/> Caseiros/baixo custo <input type="checkbox"/> Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	<input type="checkbox"/> Investigação <input type="checkbox"/> Demonstração <input checked="" type="checkbox"/> Replicação histórica <input type="checkbox"/> Remota <input checked="" type="checkbox"/> Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Heering (2014) 2 dos 4 experimentos seriam do tipo <i>investigação histórica</i> utilizando materiais modernos. Para Chang (2011), os outros 2 experimentos seriam do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Textos paradidáticos descrevendo a montagem e execução dos experimentos, produzidos pelo próprio autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Socioconstrutivista, baseada na teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel

Ficha de Classificação - T04

Título	Elaboração de um Material paradidático de física: textos e experimentos		
Autor	Alessandra Riposati Arantes	Ano de Defesa	2002
Orientador	Luiz Antonio de Oliveira Nunes		
Programa de Pós-Graduação	Física Aplicada	IES	USP - São Carlos
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Este trabalho consiste na elaboração de três livros paradidáticos e, tem como público alvo pessoas interessadas em conhecer um pouco de ciência. Vale mencionar que os livros em questão servem como suporte aos livros didáticos. O conteúdo da obra é apresentado por meios de questionamentos acerca de fenômenos físicos que quatro adolescentes fazem entre si. Quando não conseguem esclarecer esses fenômenos por si só, as personagens procuram um site, o qual conduzirá toda a trama, sempre respondendo o necessário e propondo atividades com as quais serão esclarecidas todas as dúvidas. No decorrer da narrativa são inseridos dados históricos pelas próprias personagens. Uma outra preocupação foi a de apresentar atividades que foram rigorosamente testadas, de forma que qualquer pessoa que se disponha a realizar algum experimento não se frustre com resultados absurdos. Todas as atividades são propostas com materiais simples e de baixo custo, tomando-se mais acessíveis. Nessa dissertação serão apresentados livros cujos temas são: eletrostática; eletricidade dinâmica e eletromagnetismo. Para comprovar a viabilidade desses materiais, os livros foram apresentados a adolescentes e adultos com o intuito de reproduzirem sozinhos as experiências, atividade que nos proporcionou a reformulação de alguns dados e, assim, a obtenção de resultados positivos.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>O trabalho enfoca a criação de obras (3 livros paradidáticos) sobre Física para leitores a partir dos 12 anos. Para tanto, os assuntos são abordados em cada livro a partir dos problemas do dia a dia, com os quais são envolvidos alguns conceitos científicos. Buscando o desenvolvimento de um texto que estimule a compreensão e não a memorização e a conexão entre a ciência e a tecnologia atual presente no cotidiano dos adolescentes.</p>		
Metodologia	<p>A proposta inicial da autora era desenvolver uma obra similar a um livro didático que mostrasse conceitos físicos por meio de experimentos, porém devido a escassez de tempo e dificuldades do material preencher expectativas da autora, esta optou por um livro paradidático. Após algumas mudanças, esta escreveu os livros inserindo experimentos e dados históricos em uma narrativa, sem o compromisso de uma cronologia, possibilitando uma maior liberdade para trabalhar a história junto com os experimentos.</p> <p>O conteúdo dos livros é apresentado por meio de uma narrativa ficcional na voz de 4 adolescentes, que são incentivados a desvendar os mistérios da Física por meio de um site, que por sua vez conduzirá toda a trama, aguçando a curiosidade dos jovens com atividades simples e de baixo custo.</p>		

	A autora afirma que todos os experimentos foram rigorosamente testados, evitando assim a frustração do leitor diante do fracasso das experiências.
Experimentos propostos/realizados	Processos de eletrização; observação de fenômenos eletrostáticos, construção de um eletroscópio de folhas; construção de uma pilha; construção de gerador e motor elétrico; construção de uma bússola.
Resultados e Conclusões	Segundo a autora, após a leitura e realização dos experimentos os alunos se mostraram verbalmente motivados pelas experiências e aplicações tecnológicas, comentando que seus professores poderiam utilizá-los em suas aulas, pois facilitariam a compreensão. Em seguida alguns professores da rede pública tiveram contato com o mesmo material durante um curso de extensão universitária e os mesmos se mostraram receptivos ao material, afirmando que este auxilia no preparo de aulas, visto que seu tempo para procurar e preparar experiências para os alunos é escasso. Alunos do curso de Licenciatura em Física da USP também leram e testaram todas as experiências do material. Seus comentários forneceram dados a uma apreciação positiva do trabalho.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais (X) Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Eletricidade (Eletrostática, Eletricidade dinâmica) e Eletromagnetismo.
Período Histórico	Século VI a.C.. Séculos XVIII e XIX
Cientista(s) Envolvido(s)	Tales de Mileto (624 a.C. - 546 a.C.), Charles Coulomb (1736 - 1806), Michael Faraday (1791-1867), Alessandro Volta (1745-1827), Georg Simon (1787-1854), André Ampère (1775-1836), Hans Oersted (1777-1851) e Francis Hauskbee (1660-1713)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. (X) E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas/realizadas	As atividades foram realizadas durante 3 dias na escola, porém a autora não especifica o número de horas que foram necessárias. Provavelmente algumas horas por dia, durante o funcionamento de um período escolar.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Escola Estadual “Juliano Neto”, em São Carlos (SP), com 24 alunos, sendo 8 da 7ª série do Ensino Fundamental (atual 8º ano), 8 do 1º Ano do Ensino Médio e 8 do 3º Ano do Ensino Médio.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Para Chang (2011), estes experimentos seriam do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Textos paradidáticos (livros) descrevendo a montagem e execução dos experimentos, produzidos pela própria autora.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo. Segundo a autora o seu trabalho objetivou indivíduos do 3º e 4º estágio do desenvolvimento de Piaget.

Ficha de Classificação - T05

Título	Uma experiência didática diferenciada e a atitude dos alunos frente ao ensino de ciências.		
Autor	Pierre Schwartz Augé	Ano de Defesa	2004
Orientador	Sonia Krapas Teixeira		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado em Educação - Área de Ciências, Sociedade e Educação	IES	UFF
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>O objetivo desta pesquisa é investigar o problema da atitude para com o ensino de ciências frente a uma experiência didática diferenciada, proposta por Augé (1996). A investigação admite como conjectura o fato de que os dezessete alunos de uma turma de primeiro ano do ensino médio do CEFET-Campos, noturno, manifestaram uma atitude positiva e que esta se relaciona às características da proposta didática. O suporte teórico da investigação inspira-se nos pilares da proposta: abordagem construtivista, história e experimentos. Além de basear-se na literatura sobre atitude, de uma maneira geral, e em pesquisas sobre a relação entre atitude e ensino de ciências. Através de entrevistas semi-estruturadas, usando referencial de pesquisa qualitativa, registram-se as impressões mais marcantes de seis alunos selecionados. As manifestações verbais e comportamentais, evidenciadas através da fala dos alunos na entrevista, são consideradas critérios eficazes nas avaliações de atitude. A análise dos dados permitiu identificar uma atitude positiva diante da intervenção didática e selecionar aspectos pertinentes: autonomia, metacognição, conflito cognitivo, aprendizado, motivação, a proposta como um todo, história, experimentos, conteúdo. Nesse sentido, é possível dizer que uma proposta estruturada em ambiente formal pode ser atitudinalmente relevante.</p>		
Palavras-Chave	Atitude, Ensino de Física, Experimento, História da Ciência		
Objetivos Gerais do Trabalho	Investigar o problema da atitude para com o ensino de ciências frente a uma experiência didática proposta pelo próprio autor anteriormente em 1996, envolvendo história da ciência e experimentação, quando era professor de Física no período noturno no CEFET-RJ e antes de iniciar		
Metodologia	<p>A proposta didática original do autor faz uma apresentação sobre o tema com ênfase na história e descreve experimentos no decorrer das conceituações. Inseridas no texto há perguntas para que o aluno participe mais ativamente dos estudos. Segundo o autor, a inovação consiste na utilização da história da ciência e da experimentação inseridas estruturalmente na condução do processo de ensino, através de texto didático construtivista. Com pequenas modificações, esta proposta foi aplicada no ano letivo de 2001.</p> <p>Um mês antes da aplicação da sequência didática, o autor fez um levantamento das concepções prévias dos alunos através de questionário escrito. Em seguida os alunos formaram trios, fazendo a leitura seguida dos experimentos. Os alunos tinham liberdade de discutir entre si e com o professor, que não fornecia respostas, somente orientações. Sempre que necessário, intervenções didáticas ocorriam. Ao término das atividades, um questionário de avaliação da proposta foi aplicado aos alunos.</p> <p>Após um período de 12 a 14 meses, o autor entrevistou 7 dos 17 alunos que realizaram estas atividades.</p>		
Experimentos propostos/realizados	Experiência sobre queda dos corpos na água e no ar. Experiência sobre movimento uniforme e uniformemente variado. Experiência sobre a		

	relação entre espaço e tempo no movimento uniformemente acelerado. Experiência de medição da aceleração da gravidade próxima ao solo.
Resultados e Conclusões	Considerando esta ser uma pesquisa qualitativa, sem intenção de quantificar os resultados obtidos, o autor considera que a proposta didática foi relevante em termos atitudinais, pois as manifestações verbais e comportamentais, evidenciadas pela análise das entrevistas, mostraram uma atitude positiva perante a atividade proposta. Segundo o autor, outros aspectos positivos evidenciados pelas entrevistas foram: aumento de autonomia, melhoria no nível do aprendizado, maior motivação e curiosidade e perda do medo da disciplina. Por fim, a história, para os alunos, teve um papel importante na contextualização, na facilitação do aprendizado, para suscitar a curiosidade, no aprofundamento dos conceitos e tornando as aulas menos cansativas. Ou seja, além de contribuir para a construção conceitual, a história permitiu a formação de uma imagem de ciência mais dinâmica.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Estudo do movimento vertical (queda livre)
Período Histórico	Século IV a.C. e Séculos XV e XVI
Cientista(s) Envolvido(s)	Aristóteles (Séc. IV a.C.), Galileu Galilei (1564-1642)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	A sequência didática ao todo necessitou de 4 horas-aula de 45 minutos por semana, durante 4 semanas.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Uma turma de 17 alunos do 1º Ano de Ensino Médio Noturno do CEFET -Campos de Goytacazes (RJ)
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas proposta nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Heering (2014) estes experimentos seriam do tipo investigação histórica utilizando materiais modernos. Para Chang (2011), seria uma replicação física, com objetivo de reproduzir o fenômeno físico que foi observado em experimentos passados.
Referenciais Históricos	Material paradidático (sequência didática) produzido pelo próprio autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Socioconstrutivismo: Teoria cognitiva de aprendizagem de David Ausubel

Ficha de Classificação - T06

Título	História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley		
Autor	Filipe Faria Berçot	Ano de Defesa	2018
Orientador	Maria Elice de Brzezinski Prestes		
Programa de Pós-Graduação	Genética e Biologia Evolutiva	IES	USP
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional (X) Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Esta tese consiste da elaboração, validação, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática (SD) para licenciandos de Ciências Biológicas, baseada em Ensino por Investigação (EI) e Pesquisa Baseada em Design (DBR, sigla do termo em inglês, Design Based Research), que utiliza episódios da História da Biologia do século XVIII, com os objetivos gerais de promover conhecimentos históricos específicos (conteúdo histórico), visitar conceitos dos tipos de reprodução animal (conteúdo científico) sob a perspectiva de sua aplicação didática e promover concepções informadas sobre a Natureza da Ciência (NdC). Os episódios históricos foram orientados nas investigações de reprodução animal realizados pelos naturalistas genebreses Charles Bonnet (1720-1793) e Abraham Trembley (1710-1784) que culminaram no reconhecimento de modos de reprodução assexual, alguns deles desconhecidos até então. Ao estudar espécimes de afídeos, popularmente conhecido como “pulgões”, Bonnet identificou e descreveu a “multiplicação sem acasalamento” (partenogênese). Ao estudar os “pólipos de água doce” (hidra, do grupo dos cnidários), Trembley descreveu a reprodução por regeneração e brotamento. Com base nos métodos de pesquisa da História da Ciência, esses conteúdos históricos são apresentados em capítulos específicos a fim de oferecer o contexto mais amplo da pesquisa com seres vivos no século XVIII. O conteúdo histórico subsidiou a criação de materiais instrucionais que resultaram em produtos educacionais da presente tese. O primeiro deles são Narrativas Históricas, estruturadas segundo o Ensino por Investigação, em que o conteúdo é organizado a partir das próprias questões de pesquisa Trembley e Bonnet, utilizando linguagem coloquial e posicionando o leitor/aluno no contexto de pesquisa da época. O enredo é ainda entremeado de momentos para pensar (THINK), que provocam interrupções para a discussão de aspectos da natureza da ciência mais diretamente envolvidos. O segundo recurso instrucional desenvolvido se trata de protótipos de um Objeto Virtual de Aprendizagem sobre os estudos de Bonnet com reprodução em pulgões. O terceiro, um roteiro de condução de Replicação Física de Experimentos Históricos, com estudos de Abraham Trembley sobre os pólipos de água doce. Esses materiais instrucionais e as estratégias para sua aplicação junto a estudantes integram uma SD planejada, implementada e analisada segundo a Pesquisa Baseada em Design (DBR). A abordagem DBR se concretiza por aplicações sucessivas, chamadas “iterações”, de versões da SD, chamadas “protótipos”, de cujas análises são extraídos Princípios de Design que devem nortear não apenas o refinamento da SD ao longo das iterações em curso, como oferecer parâmetros, tanto teóricos quanto práticos, para a construção de novas SDs, em contextos semelhantes de ensino. A SD elaborada nesta pesquisa passou por duas validações e duas iterações. A primeira validação foi realizada por quatro professores</p>		

	<p>da escola básica participantes do Laboratório de História da Biologia e Ensino do IB-USP, em 2015. A segunda validação foi realizada por especialistas da pesquisa de interface entre história e filosofia da ciência e ensino, da Universidade de Buenos Aires e Instituto, Buenos Aires, Argentina, em 2017. A primeira iteração da SD foi realizada com dez licenciandos matriculados na disciplina pttativa livre Estratégias para o Ensino de Genética e Evolução no Ensino Médio, do curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), no 2o semestre de 2015. A segunda, com 10 licenciandos da disciplina de Prática Pedagógica em Biologia I, do curso de Licenciatura em Ciências, habilitação em Ciências Biológicas, da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), campus de Diadema, no segundo semestre de 2016. Em ambos os casos, foi apresentado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos participantes da pesquisa. Os instrumentos de coleta de dados compreenderam observação do pesquisador, gravação de áudio das atividades, produções dos alunos, questionários e entrevistas. Para a análise, preponderantemente qualitativa, foi realizada triangulação dos dados coletados e comparação cm rubricas previamente validadas e estabelecidas, com o objetivo de determinar as variáveis relevantes na promoção da aprendizagem dos conteúdos metacientíficos e científicos abordados na SD e no delineamento de indicadores para proposição de Princípios de Design. Os resultados deste trabalho, coletados por meio de ciclos iterativos de protótipos de uma SD fundamentados pelo DBR, permitem concluir que a associação entre episódios da história da biologia, natureza da ciência e ensino por investigação é uma estratégia eficiente para a promoção de aspectos relacionados ao fazer científico em disciplinas da formação inicial docente. Para aumentar a robustez dos Princípios de Design construídos nesta tese, novos ciclos de iteração, com número crescente alunos e cenários, são recomendados.</p>
Palavras-Chave	Sequência Didática; História da Biologia; Natureza da Ciência; Pesquisa Baseada em Design; Charles Bonnet; Abraham Trembley; reprodução animal
Objetivos Gerais do Trabalho	Elaborar, validar, aplicar e avaliar uma Sequência Didática (SD), baseada em episódios da História da Biologia do século XVIII, associando práticas de ensino por Investigação (EI), para licenciandos de Ciências Biológicas, com o propósito de promover conhecimentos históricos específicos (conteúdo histórico), revisar conteúdos conceituais sobre modos de reprodução assexual animal sob a perspectiva de aplicações didáticas e subsidiar concepções informadas sobre a Natureza da Ciência.
Metodologia	O autor elabora 2 sequências didáticas (SD) contendo abordagens investigativas. Nestas SDs estiveram presentes a replicação (física) de experimentos históricos do experimento de Trembley com Hydras, uso de objetos virtuais de aprendizagem para replicar o experimento de Bonnet com pulgões e narrativas históricas interrompidas. Também foram aplicados questionários sócio-demográficos, pré-testes, pós-testes e entrevistas individuais com os alunos.
Experimentos propostos/realizados	Experimentos de reprodução assexuada em afídeos (pulgões) de Charles Bonnet e experimentos com pólipos de água doce (Hidras) de Abraham Trembley.
Resultados e Conclusões	Os dados analisados das 2 SDs mostraram melhora significativa referente ao conhecimento sobre o contexto histórico. Após a condução das SD (pós-testes), foi possível observar mudanças significativas, tanto com relação à percepção do fazer científico, quanto aos aspectos de NdC previamente ressaltados e posteriormente adicionados.

	O autor afirma que as atividades mostraram-se atraentes e motivadoras da atenção dos licenciandos, que se mantiveram atentos e engajados durante todas as atividades, de todas as aulas. Estes resultados permitem concluir que a associação entre episódios da história da biologia, natureza da ciência e ensino por investigação é uma estratégia eficiente para a promoção de aspectos relacionados ao fazer científico em disciplinas da formação inicial docente. Entretanto o autor recomenda que novos ciclos de iteração sejam feitos para dar mais robustez aos dados obtidos nesta tese.
--	---

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais () Física () Química (X) Biologia () Geral
Tema	Reprodução Assexuada em animais invertebrados
Período Histórico	Século XVIII
Cientista(s) Envolvido(s)	Charles Bonnet (1720-1793) e Abraham Trembley (1710-1784)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais () Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	A 1ª SD durou 6 aulas de 4 horas cada, intercaladas com aulas comuns da disciplina optativa livre “Estratégias para o Ensino de Genética e Evolução no Ensino Médio”, para licenciandos em Biologia da USP. A 2ª SD durou 3 aulas de 4 horas cada, e foi aplicada durante a disciplina “Práticas Pedagógicas em Biologia I” para licenciandos em Biologia da UNIFESP.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	A 1ª iteração foi realizada com dez licenciandos matriculados na disciplina optativa livre “Estratégias para o Ensino de Genética e Evolução no Ensino Médio”, do curso de Ciências Biológicas do IB-USP, no 2º semestre de 2015. A segunda, com 10 licenciandos da disciplina de Prática Pedagógica em Biologia I, do curso de Licenciatura em Ciências, habilitação em Ciências Biológicas, da Unifesp - Diadema, no 2º semestre de 2016.
Tipos de Materiais propostos/realizados	(X) Históricos (X) Laboratoriais () Caseiros () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica (física) (X) Remota (Virtual) (X) Redescoberta (guiada)
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), os experimentos históricos propostos neste trabalho seriam dos tipos <i>extensão histórica</i> e <i>replicação histórica</i> .
Referenciais Históricos	Fontes primárias (capítulos e livros) publicados pelos cientistas objetos de estudo e materiais didáticos (SDs e Ambientes virtuais de aprendizagem) produzidos pelo próprio autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivista (DBR de Van den Akker)

Ficha de Classificação - T07

Título	Tradução Comentada de Artigos de Stephen Gray (1666-1736) e Reprodução de Experimentos Históricos com Materiais Acessíveis - subsídios para o ensino de eletricidade.		
Autor	Sergio Luis Bragatto Boss	Ano de Defesa	2011
Orientador	André Koch Torres de Assis		
Programa de Pós-Graduação	Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências	IES	UNESP - Bauru
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input checked="" type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input type="checkbox"/> Federal <input checked="" type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>A literatura específica da área de Ensino de Ciências tem apresentado importantes discussões sobre dificuldades de aprendizagem e compreensão de conceitos científicos pelos alunos. Diante disso, já há algum tempo a História da Ciência tem sido defendida enquanto elemento que pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos conceitos científicos. Apesar do potencial educacional que é atribuído à História da Ciência e do esforço que tem sido feito para aproximá-la da educação científica, existem algumas barreiras que podem inviabilizar o sucesso desta aproximação, impedindo que ela cumpra, efetivamente, o seu papel frente ao Ensino de Ciências. Dentre as barreiras que a literatura aponta, destacamos a falta de material histórico de qualidade e acessível a alunos e professores que possa subsidiar práticas metodológicas em sala de aula. No bojo dessa escassez está a falta de traduções de fontes primárias para o português. Tendo em vista tal contexto, este trabalho de doutorado tem como objetivo geral fazer a tradução comentada dos dez artigos de Stephen Gray (1666-1736) relacionados à eletricidade. Dos dez textos traduzidos, nove foram publicados no periódico Philosophical Transactions of The Royal Society e uma carta foi publicada por Chipman (1954). Como objetivo específico propomos elaborar um conjunto de elementos, os quais denominamos de recursos didáticos, que possam ampliar o acesso de professores e alunos ao conteúdo das traduções: comentários em forma de notas; figuras; experimentos históricos com material de baixo custo; breve biografia do autor do texto traduzido; linha do tempo do período em questão; introdução geral ao texto. Stephen Gray foi um importante, porém pouco mencionado, pesquisador do início do Século XVIII. Seu trabalho trouxe importantes contribuições para a área da eletricidade. Dentre seus feitos encontram-se: a verificação da transmissão da eletricidade e da eletrização por indução, a proposição da existência de materiais condutores e não-condutores de eletricidade, assim como as principais características destes materiais, entre outros. Este trabalho se justifica na medida em que contribui para a diminuição da escassez de material histórico adequado para a educação em ciências, um problema sério que pode colocar em xeque a aproximação entre a História da Ciência e o Ensino de Ciências. Além disso, colabora com a discussão sobre a acessibilidade do conteúdo de material histórico para a educação científica, ponto que entendemos como essencial ao se pensar no sucesso daquela aproximação.</p>		
Palavras-Chave	Traduções comentadas. Experimentos Históricos com material de baixo custo. História da Ciência. Ensino de Ciências.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Fazer a tradução comentada dos dez artigos de Stephen Gray (1666-1736) relacionados à eletricidade. Dos dez textos traduzidos, nove foram publicados no periódico Philosophical Transactions of The Royal Society e uma carta foi publicada por Chipman (1954). Como objetivo específico decorrente destas traduções o autor se propôs a elaborar um conjunto de recursos (ex.: experimentos, biografia, linha do tempo) que possam ampliar o acesso de professores e alunos às traduções que fez.		
Metodologia	Inicialmente o autor faz uma pesquisa bibliográfica, com uma leitura e análise dos 10 textos de Gray na língua original. Após este estudo inicial, fez a		

	tradução de cada um dos textos, do inglês para o português. Concomitantemente às traduções, fez os comentários em forma de notas de rodapé, os quais foram subsidiados pelas leituras feitas inicialmente. Ao término de cada tradução, elaborou as suas figuras, que foram feitas em software específico, tendo em vista as descrições presentes no texto. Depois de terminada a fase de tradução e elaboração dos comentários e das figuras, o autor elaborou experimentos históricos com material de baixo custo. Finalmente, elaborou o Capítulo 2 da tese (“Informações Introdutórias sobre o trabalho”), com base nos elementos apreendidos em etapas anteriores.
Experimentos propostos/realizados	Eletrização de materiais; Relação quantidade de carga elétrica e força elétrica; Interações entre corpos eletrizados e não eletrizados; materiais condutores e isolantes. Interações de materiais eletrizados e magnetismo
Resultados e Conclusões	O autor afirma que com as traduções e experimentos que elaborou ele contribui para a diminuição da escassez de material histórico adequado para a educação em ciências, um problema sério que pode colocar em xeque a aproximação entre a História da Ciência e o Ensino de Ciências. Além disso, colabora com a discussão sobre a acessibilidade do conteúdo de material histórico para a educação científica. Ao fim, o autor afirma que ficou evidente que esse tipo de texto tem que fazer parte de um material mais amplo que contemple outros elementos para que possa ser acessível para professores e alunos. Ou seja, foi a pesquisa empírica que o fez perceber a importância de pensar em recursos didáticos para serem disponibilizados com as traduções.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Eletricidade
Período Histórico	Século XVIII
Cientista Envolvido	Stephen Gray (1666-1736)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro:
Tempo de duração das atividades propostas	O autor não cita quanto tempo seria necessário para realizar os experimentos, mas analisando-os de maneira geral, são atividades que podem ser realizadas rapidamente, necessitando de apenas uma ou de poucas aulas para cada atividade.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O autor não explicita, mas pela leitura acredita-se que tenham sido realizadas no campus da Universidade onde este desenvolveu a pesquisa.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros:
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota () Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), são experimentos do tipo <i>replicação física</i> .
Referenciais Históricos	Textos originais (fontes primárias) e textos paradidáticos (informações introdutórias aos textos traduzidos; biografia de Stephen Gray; linha do tempo do período em que ele viveu) produzidos pelo próprio autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivista (Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Ficha de Classificação - T08

Título	Fotossíntese no Século XVIII: Uma abordagem Histórico- Investigativa de conceitos científicos e aspectos da Natureza das Ciências		
Autor	Matheus Luciano Duarte Cardoso	Ano de Defesa	2018
Orientador	Thaís Cyrino de Mello Forato		
Programa de Pós-Graduação	Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática	IES	UFABC
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>Esta pesquisa investigou o uso da História das Ciências e do Ensino por Investigação na formação inicial de professores, buscando contextualizar os conceitos científicos em uma perspectiva histórica e promovendo a reflexão de aspectos epistemológicos envolvidos em sua elaboração. O tema científico selecionado foi a fotossíntese, conteúdo presente em currículos oficiais do ensino fundamental e médio, que tem sido abordado pela literatura especializada, apontando erros conceituais em materiais didáticos e na concepção de alunos e professores de ciências e biologia. A pesquisa adotou como uma alternativa frutífera para enfrentar tais problemas a abordagem conceitual e metodológica oferecida pela história das ciências, em perspectiva investigativa, que promove a compreensão de fenômenos naturais, questões teóricas e experimentais que contribuíram para a elaboração desse conceito, conferindo significado aos conceitos científicos e favorecendo a reflexão explícita sobre aspectos relativos à natureza das ciências. Desse modo, foi elaborada uma proposta didática na perspectiva histórico-investigativa, em que narrativas históricas são interrompidas com problemas que levam os estudantes a conjecturarem hipóteses e a buscarem soluções frente ao contexto da época. O recorte histórico selecionado apresenta as contribuições de personagens como Joseph Priestley (1733-1804), Jan IngenHousz (1730-1799) e Jean Senebier (1742- 1809) na investigação acerca da nutrição vegetal durante o século XVIII, e ainda, aborda algumas teorias vigentes nesse período, como a Teoria do Flogisto. A metodologia da pesquisa partiu de estudos em historiografia da história das ciências e de referenciais teóricos do ensino de ciências. Para o desenvolvimento da proposta didática foi elaborado um modelo organizador de Unidades Histórico-Investigativas, buscando conciliar informações dos fenômenos em seu respectivo contexto histórico às questões que permitissem envolver os estudantes e promover a conjectura de hipóteses e reflexões. A proposta foi aplicada em duas turmas de uma disciplina de Práticas Pedagógicas de Biologia II, para licenciandos em ciência/biologia, da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema. As fontes de dados constituem-se nas transcrições de gravações de áudio e de filmagens das 4 horas-aula ocorridas em cada uma das duas turmas; as atividades escritas pelos discentes e suas respostas ao questionário final; e ainda, registros de campo de uma pesquisadora observadora. Os dados foram analisados segundo uma perspectiva qualitativa de um estudo de caso, utilizando a análise de conteúdo de Bardin. Os resultados mostram elementos formativos promovidos pela proposta didática, tanto com relação aos conceitos científicos e epistemológicos, bem como sobre a didática das ciências, por exemplo, a percepção dos licenciandos sobre o significado e a importância da contextualização de conceitos e da perspectiva investigativa na prática pedagógica, destacando que a vivência das atividades mostrou possibilidades para suas próprias aulas. Os resultados também apontam para o diferencial formativo em se propiciar a vivência prática de experimentos históricos, ou oferecer vídeos, animações ou simulações, no sentido de detalhar os experimentos envolvidos nos estudos de caso históricos. O organizador de Unidades Histórico-Investigativas ofereceu um suporte adequado para a construção de uma abordagem visando à confluência entre as contribuições</p>		

	advindas da História das Ciências e do Ensino por Investigação no ambiente educacional.
Palavras-Chave	História das Ciências; Ensino por Investigação; Unidades Histórico-Investigativas; Formação de Professores; Fotossíntese.
Objetivos Gerais do Trabalho	Investigar como uma proposta didática histórico-investigativa, elaborada e implementada no ambiente de formação inicial de professores, pode favorecer a contextualização e a apropriação de conhecimentos sobre conceitos científicos e aspectos da natureza das ciências.
Metodologia	O autor elaborou 5 Unidades histórico-investigativas, que são narrativas históricas intercaladas com problemas que levam os estudantes a elaborarem hipóteses e a buscarem soluções frente ao contexto da época. Cada unidade apresentou propostas de estratégias didáticas alinhadas à perspectiva investigativa. Essas unidades continham: slides com textos e imagens dos experimentos, intercaladas com perguntas abertas direcionadas à classe, discussão em grupo e elaboração de hipóteses por escrito.
Experimentos propostos/realizados	Experimentos de Joseph Priestley (Ar Fixo, Vela e Camundongo); Experimento com plantas submersas por Jan Ingenhousz e experimentos de Jean Senebier com plantas, água fervida e água contendo ar fixo.
Resultados e Conclusões	Segundo o autor, a contextualização do ensino do conceito de fotossíntese foi contemplada, pois os alunos tiveram boa receptividade e apresentaram empenho em imaginar o contexto, se colocavam nas situações, investigando e vivenciando discussões contextualizadas, providas de hipóteses e argumentações, trazendo ideias originais e outras que se assemelhavam aos desdobramentos do episódio histórico. Porém, por mais que afirmassem que a história favoreceu o aprendizado dos conteúdos, uma das dificuldades recorrentes foi imaginar a época histórica, deixando de utilizar termos e conhecimentos atuais. Por fim, os dados mostram que a proposta histórico-investigativa favoreceu para os estudantes sentirem-se mais participativos. A partir da vivência do estudo de caso, os licenciandos perceberam possibilidades de problematizações, e ainda, ressaltaram a importância de se abordar o contexto histórico, vislumbrando os aspectos positivos que tal abordagem pode proporcionar a outros contextos educacionais.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais () Física () Química (X) Biologia () Geral
Tema	A Fotossíntese no Século XVIII
Período Histórico	Século XVIII
Cientista(s) Envolvido(s)	Joseph Priestley (1733-1804), Jan Ingenhousz (1730-1799), Jean Senebier (1742- 1809) e Antoine Lavoisier (1743 - 1794).
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais () Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração da atividade proposta	4 horas-aulas no dia 29/03/2018, em ambos os períodos vespertino e noturno.
Local onde foram realizadas as atividades	2 turmas (vespertino e noturno) curso de Ciências – Licenciatura, da UNIFESP. em uma disciplina de Práticas Pedagógicas de Biologia II
Tipos de Materiais propostos/realizados	(X) Históricos (X) Laboratoriais () Caseiros () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de experim. histórico	Para Chang (2011), estes experimentos seriam do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Unidades histórico-investigativas produzidas pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	CTS (Douglas Allchin, Michael Matthews)

Ficha de Classificação - T09

Título	Alberto Santos Dumont e a Física do Vôo: Uma Experiência no Ensino Médio		
Autor	Paulo dos Santos Correia	Ano de Defesa	2008
Orientador	Olival Freire Junior		
Programa de Pós-Graduação	História, Filosofia e Ensino de Ciências	IES	UFBA
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>O objeto desta pesquisa foi inserir a Física do Vôo no Ensino Médio tendo como motivação a história de Alberto Santos Dumont e a invenção do avião. A experiência didática foi realizada na Escola Estadual Joaquim da Rocha Medeiros, pertencente à rede pública de ensino do Estado da Bahia, no município de Santa Maria da Vitória, e teve como população alvo 134 estudantes do 2º ano vespertino desta instituição. A pesquisa, de natureza qualitativa, foi iniciada em 20 de julho de 2007, e finalizada em 28 de setembro do mesmo ano. A coleta dos dados foi realizada através da Observação Participativa, Entrevista Coletiva, Registro de Eventos, Produção de Textos e Experimentos e da aplicação de um Questionário (Avaliação) tipo Likert. A pesquisa sugere que os conteúdos da Física do Vôo, apoiados pela história de Santos Dumont foi elemento motivador fundamental para o curso sobre a Física do Vôo; sem esta, o curso provavelmente seria frustrante. O curso também trouxe uma maior motivação para o estudo da Física Clássica no ensino Médio e uma justificativa plausível para o estudo da Dinâmica dos Fluidos, além de resgatar um dos nossos principais heróis brasileiros. Por fim, conclui-se que a inclusão de temas de relevância atual no currículo do Ensino Médio, com o intuito de construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solitário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade parecem ser necessários para o futuro da Física no Ensino Médio.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de Física, Alberto Santos Dumont, Física do Vôo		
Objetivos Gerais do Trabalho	Inserir a Física do Vôo no Ensino Médio tendo como motivação a história de Alberto Santos Dumont e a invenção do avião		
Metodologia	<p>Consistiu nas seguintes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar um perfil do aluno que constitui a população alvo. • Produzir material instrucional adequado para aplicação no Ensino Médio. • Levar os alunos a conhecerem e compreender os princípios básicos da Física do Voo, baseada nas leis de Newton e no princípio de Bernoulli • Levar os alunos a conhecerem a história de Alberto Santos Dumont como elemento motivador para estudar o voo. • Apurar resultados, junto aos alunos que frequentaram o curso, referentes ao envolvimento e a compreensão sobre o tema abordado, bem como acerca da metodologia usada, a partir de um novo conceito de opiniões a este respeito. <p>A análise foi realizada através de relatórios apresentados pelos alunos durante e ao final do processo, na observação participativa realizada pelo autor e no questionário aplicado usando escala Likert no final do processo.</p>		
Experimentos propostos/realizados	Experimentos sobre o conceito de pressão e as leis de Newton, todos relacionados ao voo. Montagem de asas com materiais de fácil acesso.		
Resultados e Conclusões	Segundo o autor, a inclusão da história de Santos Dumont possibilitou que durante a discussão sobre os princípios do voo, onde a Física era		

	<p>mais ressaltada, esta não se perdesse e nem ficasse entediada. Em 92% dos relatórios percebeu-se que a discussão histórica de um problema físico trouxe perspectivas diferentes à compreensão da Física. 85% afirmaram que a asa é o elemento principal que permite o voo de um avião. E 75% afirmaram o Princípio de Bernoulli tinha sido aplicado de forma equivocada na descrição do voo. E o mais importante é que os estudantes perceberam que o Princípio de Bernoulli É correto, mas, utilizado de forma incorreta. A inclusão da Física do Voo, através da história de Santos Dumont, não somente trouxe motivação o autor e aos alunos, mas também um melhor poder argumentativo para os estudantes. Para o autor, o conhecimento da história da aviação trouxe melhoras significativas aos alunos, que acharam válida a experiência. Além disso, humanizou os cientistas aos alunos, e levou-o a uma melhor compreensão dos seus obstáculos e dificuldades. Por fim, houve uma melhor compreensão sobre o voo por parte dos estudantes.</p>
--	--

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Física do Voo: Leis de Newton e o Conceito de Pressão
Período Histórico	Século XVII (Leis de Newton) e Século XX (Invenção do Avião por Santos Dumont)
Cientista(s) Envolvido(s)	Isaac Newton (1643-1727), Alberto Santos Dumont (1873-1932),
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	De 20 de julho de 2007 a 28 de setembro do mesmo ano, totalizando 2 meses
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Escola Estadual Joaquim da Rocha Medeiros, pertencente à rede pública de ensino do Estado da Bahia, no município de Santa Maria da Vitória (BA)
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), seriam experimentos do tipo extensão histórica e experimentos complementares
Referenciais Históricos	Materiais didáticos (livros textos de Física) e paradidáticos produzidos pelo autor, baseados em materiais históricos sobre Santos Dumont
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Sociocontrutivismo (Teoria da Mediação de Vygotsky)

Ficha de Classificação - T10

Título	Considerações sobre os aspectos cinemáticos e dinâmicos do movimento		
Autor	Ailson Vasconcelos da Cunha	Ano de Defesa	2008
Orientador	Lizete Maria Orquiza de Carvalho		
Programa de Pós-Graduação	Pós- Graduação em Educação para a Ciência	IES	UNESP - Bauru
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>É corrente entre os pesquisadores a necessidade de inserção da História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino de ciências, assim como esta inserção é recorrentemente apontada como uma solução para a suposta crise que invadiu o ensino nesta modalidade. Insatisfeitos com o rumo que estas pesquisas estão tomando, delineamos nosso problema de pesquisa. Explicitamos nossa concepção de educação embasada principalmente pela obra do educador Paulo Freire, ou seja, apresentamos nossa concepção de educação dialógica-problematizadora na vertente emancipadora. Fazemos uma aproximação entre a concepção freiriana de educação e o ensino de ciências, a fim de estabelecer uma concepção de ensino de ciências, bem como do ensino de física do qual compartilhamos. Nessa concepção de ensino de ciências apresentamos a finalidade pela qual pretendemos resgatar a História, Filosofia e Sociologia da Ciência, HFSC, argumentando em favor de sua inseparabilidade com a Ciência no ensino de ciências. Apresentamos a Experiência do Balde de Newton e a finalidade que a mesma teria nessa concepção. Concluimos que a construção de enunciados sobre a experiência do Balde de Newton, através de seus conseqüentes pronunciamentos e sua volta problematizada ao sujeito, proporcionou aos alunos uma transformação da realidade.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de Física, Experimento do Balde de Newton, Paulo Freire, Problematização, Fenômenos e Enunciados		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Analisar a possibilidade de problematização sobre a concepção da natureza da ciência (NdC) através da Experiência do Balde de Newton. As questões da pesquisa são: Como acontece, se acontece, a problematização sobre a concepção da natureza da ciência através desta experiência? Os estudantes apropriam-se dos questionamentos feitos pelos cientistas sobre a Experiência do Balde de Newton? De que maneira ocorre a apropriação desses questionamentos? De que maneira a apropriação desses questionamentos contribui para a problematização da concepção da NdC?</p>		
Metodologia	<p>Foi realizada uma intervenção na própria sala de aula de física no horário normal das aulas, buscando minimizar “efeitos de laboratório” na realização da pesquisa. De modo a que os resultados não fossem considerados artificiais. Cada grupo recebeu uma garrafinha com água para a execução do experimento e uma folha para escrever suas respostas. Algumas questões foram feitas para a sala toda e escritas no quadro para que os alunos pudessem responder antes de iniciar a execução do experimento. O acompanhamento foi feito pelo pesquisador, que ficava andando de grupo em grupo para dar algumas orientações e tirar dúvidas, quando necessário. Devido a necessidade de registrar as atividades em áudio e vídeo, um grupo foi acompanhado em separado. Para a análise dos dados o autor utilizou da análise de conteúdo de Bardin.</p>		

Experimentos propostos/realizados	Experimento do balde de Newton
Resultados e Conclusões	Segundo o pesquisador, o reconhecimento pelos alunos do fenômeno físico envolvido na experiência foi bastante difícil, pois a princípio, não compartilha com o professor dos procedimentos para a realização da experiência e, desse modo, vê na experiência aquilo que não existe. Por isso, dado o grau de complexidade da experiência, ressalta também que o planejamento para a mesma deve ser feito de maneira bem rigorosa, pois a compreensão do problema exige bastante conhecimento, o que na sua ausência poderia levar os alunos a se tornarem desestimulados, tornando a experiência um fracasso. Embora o fenômeno total não foi compartilhado completamente com os alunos (devido a diferença de bagagem teórica deles com o autor), a experiência mostrou-se significativa no sentido de proporcionar aos alunos uma oportunidade singular do estudo de conceitos físicos de forma a não ignorar as dimensões que fazem humano, ou seja, o que a experiência pode proporcionar para a humanização em ciência. O pesquisador conclui que a construção de enunciados sobre a experiência do Balde de Newton, através de seus conseqüentes pronunciamentos e sua volta problematizada ao sujeito, proporcionou aos alunos uma transformação da realidade. E pode vir a possibilitar aos alunos uma nova visão daquilo que vem a ser o trabalho dos cientistas e da ciência.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Mecânica Clássica - Cinemática e Dinâmica
Período Histórico	Século XVII
Cientista(s) Envolvido	Isaac Newton (1643 - 1727)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	Inicialmente foi planejado a duração de 5 aulas duplas com 40 alunos. Mas posteriormente modificou para somente 1 grupo, dividindo a atividade em 5 momentos, que ocupariam uma aula inteira ou mais de uma aula.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Escola pública do interior paulista com os alunos de uma turma do primeiro ano do ensino médio, que faz parceria com a Faculdade de Engenharia da UNESP/Ilha Solteira.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica/física () Remota () Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), são experimentos do tipo <i>replicação física</i> .
Referenciais Históricos	Textos originais (fontes primárias) e textos paradidáticos (sequência didática) produzidos pelo próprio autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Sociocultural (Concepção dialógica-problematizadora de Paulo Freire)

Ficha de Classificação - T11

Título	Experimentos projetados para construção e mudança de modelos mentais no ensino de eletromagnetismo		
Autor	Sílvio Lima Dias	Ano de Defesa	2018
Orientador	Frederico Augusto Toti		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)	IES	UNIFAL
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input checked="" type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>Devido ao seu conteúdo extenso que envolve conceitos abstratos de difícil compreensão, o estudo do Eletromagnetismo revela um elevado grau de desinteresse por parte da maioria dos alunos dentro da disciplina de Física. Além da natureza abstrata dos conceitos envolvidos, soma-se a essa dificuldade a estratégia utilizada no ensino desse tema, que privilegia, quase que exclusivamente, aulas expositivas no quadro, as quais se limitam a uma breve explicação teórica dos fenômenos e leis do Eletromagnetismo, seguida de resolução de exercícios. No entanto, a adoção de atividades experimentais em sala de aula pode amenizar de forma significativa os problemas acima citados, uma vez que elas possibilitam a aplicação do conteúdo em situações práticas. Dessa forma, este trabalho propõe a utilização de um material didático-pedagógico em sala de aula, que permite aos alunos investigarem os conteúdos do Eletromagnetismo de maneira interativa, dando-lhes subsídios para que tenham condições de compreender, questionar e, por fim, adquirir o conhecimento científico. Este trabalho contribui fornecendo uma sequência de experimentos confeccionados com materiais de baixo custo e fácil acesso, obedecendo a ordem com que os tópicos sobre Eletromagnetismo aparecem na história da Física além e também na sequência de algumas obras didáticas. Além disso, foi utilizado como fundamentação teórica os “Modelos Mentais de Johnson-Laird”, em função da versatilidade teórica apresentada nesta teoria para que possamos compreender uma forma de construção individual do conhecimento científico, por parte dos alunos, sujeitos do processo.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de Física. Eletromagnetismo. Modelos Mentais		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Socializar a experiência de anos do autor, acumuladas em uma proposta de ensino de eletromagnetismo, com uso de experimentos que podem ser construídos com materiais simples, favorecendo uma considerável transparência didática e epistemológica. A sequência de experimentos visa favorecer a construção de modelos mentais mais próximos dos científicos, em etapas avançadas do ensino de eletromagnetismo no Ensino Médio e também no Ensino superior. Essa sequência busca ainda trilhar e explorar uma sequência histórica de produção de conhecimento fundamental para a Física - o Eletromagnetismo.</p>		
Metodologia	<p>O autor elaborou 28 experimentos para o ensino de Eletromagnetismo, utilizando materiais de baixo custo e fácil acesso, estes experimentos foram elaborados obedecendo a cronologia histórica do Eletromagnetismo, assim como a ordem em que esses tópicos aparecem nas coleções didáticas mais utilizadas no Ensino Médio. Afirma que a ideia dos experimentos e dos materiais utilizados nestes se baseou na sua longa experiência de mais de 30 anos como professor de Física no Ensino Médio.</p>		
Experimentos propostos/realizados	<p>Observação do campo magnético utilizando bússola, Relações entre eletricidade e magnetismo; funcionamento de ímãs; Funcionamento de</p>		

	motores e geradores; efeitos da interação entre a corrente elétrica e o campo magnético; Formas de conversão de energia; indução eletromagnética, Fconstrução da bobina de Tesla; Funcionamento do rádio
Resultados e Conclusões	A facilidade de acesso aos materiais e simplicidade de construção dos aparatos experimentais apresentados no trabalho, bem como a não exigência de um ambiente especial para a execução dos experimentos, mostram que a introdução deste recurso em sala de aula não apresenta tantas dificuldades como normalmente se imagina. Isso dá ao professor condições de se sentir seguro e de ter autonomia quanto à utilização de atividades experimentais, já que pode construir seu próprio aparato experimental (sem precisar recorrer a equipamentos sofisticados e caros), efetuar modificações de acordo com a necessidade e conveniência, projetar novos aparatos e imaginar alternativas de uso dos mesmos ao longo do curso.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	()Ciências – E. F. Anos Iniciais ()Ciências – E.F. Anos Finais (X)Física ()Química ()Biologia ()Geral
Tema	Eletromagnetismo
Período Histórico	Séculos XVIII e XIX
Cientista(s) Envolvido(s)	H. C. Oersted (1777–1851); François J. D. Arago (1786– 1853); Michael Faraday (1791-1867); Nikola Tesla (1856-1943)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. ()E.F. – Anos Finais (X)Ensino Médio (X)Ensino Superior ()Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	O autor não explicita quanto tempo é necessário para realizar cada um dos experimentos pois não chega a aplicá-los com alunos, mas baseado nas descrições, pode-se inferir que são experimentos de curta duração, que em geral levam de 1 a 2 horas-aula para serem realizados.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O autor propõe que os experimentos sejam realizados durante as aulas de Física do terceiro ano do Ensino Médio, durante a abordagem do tema Eletromagnetismo.
Tipos de Materiais propostos/realizados	()Históricos ()Laboratoriais (X)Caseiros/baixo custo ()Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica/física () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Para Chang (2011), alguns experimentos seriam do tipo <i>replicação física</i> , com objetivo de reproduzir o fenômeno físico que foi observado em experimentos passados. Outros seriam do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Textos paradigmáticos descrevendo a montagem e execução dos experimentos, produzidos pelo próprio autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo (Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983))

Ficha de Classificação - T12

Título	Uma proposta para o ensino de física centrada na história da ciência e epistemologia de Bachelard		
Autor	José Ciríaco Silva Dutra	Ano de Defesa	2015
Orientador	Daniel Luiz Nedel		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências	IES	UNIPAMPA
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input checked="" type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>A intenção materializada neste trabalho é mostrar que a História da Ciência (HC) pode servir como um referencial norteador e facilitador para o ensino e a aprendizagem da física escolar. A linha pedagógica adotada foca na construção conceitual do fenômeno. Apresenta-se como uma alternativa a um ensino de física fundamentado na exposição de conceitos prontos e atividade puramente matemática. A ideia surgiu da insatisfação com os resultados produzidos pela rotina didático-pedagógica tradicional da escola, acompanhada da acentuada dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos da ciência física, quando trabalhados na forma de aulas expositivas tradicionais; centradas em cálculos matemáticos. O fenômeno escolhido como objeto de estudo foi movimento. A escolha se justifica pelo fato de se tratar de um fenômeno cotidianamente observado pelos estudantes, e, cuja construção conceitual, é fundamental na física clássica. Para a realização da proposta, foi construída uma sequência didática, acompanhada de estratégias diversificadas; e sua aplicação deu-se em uma turma de primeiro ano do ensino médio da E. E. E. M. Manoel Lucas de Oliveira, localizada no município de Hulha Negra, RS. A partir da aplicação da proposta, foi elaborado um produto educacional no formato de sequência didática, contendo explicações adicionais e sugestões para auxílio aos professores que optarem por inseri-la em sua atividade pedagógica. O embasamento teórico da proposta encontra-se na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), Moreira (2006) e na Epistemologia de Gaston Bachelard, principalmente na sua obra A Formação do Espírito Científico (1996) e Filosofia do Não (1991). Ausubel postula a importância de considerar os conhecimentos prévios ou espontâneos já construídos pelos estudantes e da forma de usá-los para a construção de novos conceitos. Bachelard, além de considerar importantes os conhecimentos prévios, identifica os entraves naturais, denominados por ele de Obstáculos Epistemológicos, incrustados no sistema cognitivo dos estudantes, decorrentes de suas vivências cotidianas. Foram elaborados textos individuais e em processo de colaboração, bem como mapas conceituais, previstos pela teoria ausubeliana e o perfil epistemológico de cinco estudantes, fundamentado na epistemologia de Bachelard. Optou-se por uma metodologia flexível, adequada a cada momento da ação pedagógica. Foram usadas principalmente Instrução pelos colegas (IpC), Ensino Colaborativo (EC) e alguns experimentos. Os dados obtidos foram analisados sob a teoria metodológica da pesquisa qualitativa, amparada principalmente em Moreira (2011) e Triviños (2012). Espera-se que esta proposta possa contribuir para o ensino de Ciências.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de física. História da Ciência. Epistemologia de Gaston Bachelard. Aprendizagem e ensino de ciências. Movimento		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>O objetivo principal deste trabalho é mostrar a eficácia da HC no ensino escolar via construção do conceito de movimento. O autor propõe a construção do conceito científico de movimento, a partir da desconstrução da percepção realista-ingênua e empírica, predominante entre os estudantes. Estabeleceu como limite da proposta o espaço conceitual entre o pensamento aristotélico e o pensamento newtoniano. Com isso o autor busca mostrar que a HC pode servir como um referencial norteador e facilitador para o ensino e a aprendizagem da física escolar.</p>		

Metodologia	Foi elaborada uma SD dividida em 5 módulos sob a perspectiva de pesquisa-ação. Na estrutura e dinâmica de aplicação, cada módulo foi constituído de <i>ponto de partida, atividade e objetivo</i> . O <i>ponto de partida</i> são proposições colocadas na intenção de atrair a atenção dos estudantes para o assunto a ser abordado e ao mesmo tempo induzir-lhes o pensamento reflexivo. A <i>atividade</i> é o processo dinâmico da ação e materiais usados no mesmo. O <i>objetivo</i> é o que se pretendeu alcançar com a ação em relação aos estudantes. Ao final de cada módulo foi feita uma análise parcial dos resultados obtidos (resenhas, mapas conceituais ou dados dos experimentos). Para coleta de dados foram aplicados questionários (iniciais e finais) e entrevista semiestruturadas. Em relação aos questionários, optou-se pela forma mista, com questões abertas, fechadas e questões com as 2 características.
Experimentos propostos/realizados	Experimentos de Aristóteles sobre movimentos dos corpos, Experimentos de Galileu (queda dos corpos, plano inclinado). Experimentos sobre as leis Newtonianas do movimento.
Resultados e Conclusões	A metodologia e a estrutura da proposta didática utilizada se mostrou plenamente satisfatória e adequada para a concretização dos objetivos propostos. O uso da HC foi fundamental para que os estudantes estabelecessem o processo dialético entre o passado e o presente do conhecimento científico. Em relação à aprendizagem, a necessidade permanente de interação e trabalho em equipe, instalou um processo dialético e acabou por tornar a aprendizagem significativa à quase totalidade dos estudantes. Ainda que no início alguns alunos se mostrassem desinteressados, decorridas poucas aulas, já estavam integrados ao processo de aprendizagem. A existência de conflitos cognitivos provocados pelo processo de ensino-aprendizagem evidencia uma reconstrução cognitiva no sentido ausubeliano e sob a ótica bachelardiana, uma construção racional.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Estudo do Movimento - Mecânica Clássica
Período Histórico	Século IV a.C. e Século XVII
Cientista(s) Envolvido(s)	Aristóteles (384 - 322 a.C.); Galileu Galilei (1564-1642); Isaac Newton (1643-1727)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro:
Tempo de duração das atividades propostas	A SD foi dividida em 5 módulos, que por sua vez foram divididos em três ou quatro partes, cuja duração foi de 1 a 3 horas de aula, totalizando 33 horas-aulas.
Local onde foram realizadas as atividades	A proposta foi aplicada no início de 2014, na escola Estadual de Ensino Médio Manoel Lucas de Oliveira, localizada em Hulha Negra (RS).
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros:
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica física () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Para Chang (2011), alguns experimentos seriam do tipo replicação física, e outros seriam do tipo extensão histórica.
Referenciais Históricos	Textos originais (fontes primárias) e Materiais paradidáticos (sequências didáticas) produzidos pelo autor, com roteiros, resumos, resenhas, registros de dados, anotações sobre observação de experimento e mapas conceituais.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo (Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel; Epistemologia de Gaston Bachelard.)

Ficha de Classificação - T13

Título	Experimento de Ørsted: subsídios para uma abordagem histórica do assunto no ensino médio		
Autor	Daniel Gardelli	Ano de Defesa	2014
Orientador	Marcos Cesar Danhoni Neves		
Programa de Pós-Graduação	Pós- Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática	IES	UEM
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional (X) Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Neste trabalho apresentamos alguns aspectos do contexto histórico em que se deu a observação da interação entre a agulha imantada de uma bússola e um fio com corrente elétrica. Também fizemos uma análise das interpretações dadas a este fenômeno por Hans Christian Ørsted (1777-1851), André-Marie Ampère (1775-1836), Michael Faraday (1791- 1867) e Jean-Baptiste Biot (1774-1862) em parceria com Félix Savart (1791-1841), procurando enfatizar os conceitos que estes cientistas consideravam como fundamentais. Após este estudo histórico, fizemos uma análise crítica de como os livros didáticos abordam as primeiras ideias associadas com a origem do eletromagnetismo, e em particular como é ensinado o “experimento de Ørsted”. Finalmente sugerimos uma nova maneira de abordar o assunto de modo a levar em consideração as informações trazidas por nosso estudo histórico. Em anexo, apresentamos uma tradução inédita do primeiro artigo sobre eletromagnetismo escrito por Faraday intitulado <i>Historical Sketch of Electro-magnetism</i>.</p>		
Palavras-Chave	Experimento de Ørsted; Interação Eletromagnética; Força entre Elementos de Corrente de Ampère; História da Ciência; Ensino de Física.		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>O autor busca contextualizar o ambiente científico no qual Ørsted estava inserido para afastar a ideia muito comum de que alguns fenômenos físicos são percebidos por acaso; explicitar alguns aspectos sobre a Natureza da Ciência, como a complexidade das evidências empíricas e a não existência de um método único de se produzir conhecimento científico, por meio de uma análise das interpretações dadas ao experimento de Ørsted. Fazer uma análise crítica de como os livros didáticos de Física do Ensino Médio lidam com o assunto; apresentar elementos que auxiliem o professor a abordar o fenômeno da interação eletromagnética no Ensino Médio.</p>		
Metodologia	<p>No capítulo 1 o autor apresenta as ideias científicas e filosóficas que levaram Ørsted a conceber o experimento que leva o seu nome. No capítulo 2 discute as principais interpretações dadas ao experimento de Ørsted e a enorme controvérsia que houve entre os cientistas que as propuseram. O capítulo 3 analisa alguns dos principais livros didáticos de Física utilizados no Ensino Médio em relação à apresentação e discussão de aspectos associadas à origem do Eletromagnetismo, enfatizando algumas dificuldades cognitivas e epistemológicas que podem estar associadas ao ensino da “regra da mão direita”. No capítulo 4, apresenta uma proposta de abordagem do assunto no Ensino Médio, com a replicação do experimento de Ørsted na Academia de Ciências de Paris em 1820 e levando-se em consideração aspectos históricos, filosóficos e de natureza do fazer científico, com a esperança de tornar o estudo do fenômeno eletromagnético mais simples e cativante. Por fim, realiza uma tradução inédita do primeiro artigo sobre eletromagnetismo escrito por Faraday, cujo título é <i>Historical Sketch of Electro-magnetism</i>.</p>		

Experimentos propostos/realizados	Experimento de Ørsted, que comprova a relação entre eletricidade magnetismo
Resultados e Conclusões	O autor acredita que os estudantes devam ser expostos tanto às interpretações eletromagnéticas como às interpretações eletrodinâmicas que explicam o experimento de Ørsted. Cabe ao professor promover a discussão do assunto, deixando que cada aluno opte pela visão que mais lhe convém. Também afirma que o professor deve apresentar a ciência como forma de pensamento, como modo de ver o mundo e como instrumento de tomada de decisão entre ideias antagônicas. Ou seja, a ciência deve ser apresentada como atividade intelectual que consiste em examinar várias ideias pertinentes a um mesmo fato e em aderir a uma delas, de preferência a que explica melhor o mundo. Por fim, o autor defende que a aprendizagem de conceitos pode ser alcançada através da apresentação de séries de exemplos e contra-exemplos, dispostos de forma a maximizar a atuação dos processos de generalização e discriminação. A comparação entre o exemplo e seu correspondente contra-exemplo procura destacar o aspecto crucial em que eles diferem, facilitando a discriminação entre eles. Por outro lado, a comparação entre os vários exemplos, deve ajudar no processo de generalização. Por meio de tal procedimento, acredita-se que o ensino de determinado conceito seja eficaz, mantendo-se bastante resistente ao esquecimento.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Eletromagnetismo
Período Histórico	Séculos XVIII e XIX
Cientista(s) Envolvido(s)	Hans Christian Ørsted (1777-1851)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	O autor não chega a aplicar a proposta, apenas sugere que seja aplicada durante as aulas de Física do 3º ano do Ensino Médio, ao abordar-se o tema “eletromagnetismo”.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O autor não chega a aplicar a proposta, mas sugere que seja apresentada aos estudantes quando entram em contato com o tema “eletromagnetismo” pela primeira vez no 3º ano do Ensino Médio.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Exp. histórico	Segundo Chang (2011), o experimento seria do tipo <i>replicação física</i> .
Referenciais Históricos	Textos originais de Ørsted e material paradidático (sequência didática) produzidos pelo autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo (obstáculos epistemológicos) de Gaston Bachelard (1884-1962); Paul Feyerabend e Thomas Kuhn

Ficha de Classificação - T14

Título	O ensino das funções e do movimento de queda livre dos corpos: uma proposta para as disciplinas de Matemática e Ciências		
Autor	Odair Hammes	Ano de Defesa	2010
Orientador	Elcio Schumacher		
Programa de Pós-Graduação	Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	IES	FURB - Universidade Regional de Blumenau
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal () Estadual (X) Municipal
Resumo	<p>Neste trabalho desenvolveu-se uma proposta de ensino para as disciplinas de matemática e ciências em que, especificamente, tratou-se dos conteúdos referentes às funções do primeiro e segundo grau e do movimento de queda livre dos corpos. O trabalho desenvolveu-se dentro de uma perspectiva de integração entre essas disciplinas, partindo do princípio de que esta abordagem seria facilitadora da aprendizagem, uma vez que as funções, nas suas três formas de representação (tabelas, gráficos e fórmulas), constituem-se na linguagem utilizada para o estudo de fenômenos físicos tal como da queda livre dos corpos. Esta proposta foi colocada em prática mediante o desenvolvimento de uma sequência didática aplicada aos alunos de duas turmas de oitava série do ensino fundamental. Em que buscou-se propiciar aos alunos uma compreensão do fenômeno referente à queda dos corpos, a partir de uma abordagem que privilegiou o desenvolvimento histórico no que diz respeito ao estudo e compreensão desse fenômeno, enfatizando, principalmente, a importância da matemática na construção do modelo científico. Desse modo, a principal atividade de ensino realizada foi a reconstrução do célebre experimento de Galileu com o plano inclinado. As estratégias de ensino adotadas e as respectivas atividades realizadas, além de privilegiarem uma abordagem histórica, fundamentaram-se em pressupostos construtivistas e do movimento das concepções alternativas. Assim, tendo em vista um ensino mais efetivo e uma aprendizagem mais significativa, reconhecia-se a importância de identificar e problematizar as concepções alternativas dos alunos e de buscar nas atividades de ensino o envolvimento ativo e significativo dos alunos no processo de aprendizagem. A sequência didática iniciou-se com a aplicação de um pré-teste para averiguar as concepções dos alunos referentes à queda de corpos. E se constatou que, de um modo geral, a grande maioria dos alunos apresentava uma concepção aristotélica a respeito desse fenômeno, ou seja, relacionava proporcionalmente a velocidade de queda de um corpo a seu peso. Pretendendo-se que os alunos verificassem a inexistência dessa concepção e, então, realizassem um estudo a respeito desse fenômeno físico, desenvolveu-se um conjunto de atividades de ensino que envolveu: a realização de experimentos, a leitura e discussão de textos, a apresentação e discussão de imagens e vídeos, dentre outras atividades. E então verificou-se por meio da aplicação de um pós-teste e de sua análise e comparação com o pré-teste que na maioria dos alunos ocorreu uma mudança conceitual em direção a aceitação e compreensão do modelo científico para a queda livre dos corpos.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de matemática e ciências. Funções. Queda livre dos corpos. Construtivismo.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Elaborar, desenvolver e analisar uma proposta de ensino para as disciplinas de matemática e ciências, para alunos da 8ª série do ensino fundamental, abordando a integração dos conteúdos referentes às funções de 1º e 2º grau e do movimento de queda livre dos corpos, analisando a evolução conceitual dos alunos a respeito.		
Metodologia	O autor elaborou e aplicou uma sequência didática (SD) enfatizando a compreensão do fenômeno referente à queda dos corpos, a partir de uma abordagem que privilegiou o desenvolvimento histórico no que diz respeito ao estudo e compreensão desse fenômeno, enfatizando a importância da matemática na construção do modelo científico. A SD teve as seguintes etapas:		

	1) resolução e discussão das questões-problemas do pré- teste. 2) Realização de experimentos envolvendo a queda dos corpos. 3) Exposição e discussão do desenvolvimento histórico referente ao estudo da queda dos corpos. 4) Realização do experimento com o plano inclinado. 5) Atividades com os simuladores do plano inclinado. 6) Exposição e discussão da teoria e modelo científico atual, referente à queda livre dos corpos. 7) Realização do experimento com o plano inclinado. 8) Resolução das questões do pós-teste. 9) Avaliação referente aos conteúdos matemáticos para verificar o progresso dos alunos.
Experimentos propostos/realizados	Experimentos da queda dos corpos (Experimento da Torre de Pisa) e do plano inclinado de Galileu
Resultados e Conclusões	O uso de estratégias para explicitar os conhecimentos prévios ou as concepções alternativas dos alunos sobre os conteúdos a serem estudados, como a resolução e discussão de questões-problemas, antes das atividades propriamente ditas mostraram-se uma boa maneira de introduzir e motivar os alunos para o seu estudo. Segundo o autor, o uso de HC através de episódios históricos pode contribuir para motivar o aluno para o estudo do conteúdo em si, tornando as aulas mais atrativas; na indicação de experimentos que possam ser realizados e estudados em sala de aula; e para mostrar que o conhecimento científico é fruto de um processo dinâmico e que está sempre em construção. A realização de atividades mais centradas nos alunos, propiciaram e favoreceram uma participação mais ativa dos alunos, contribuindo para que estes desenvolvessem a tão desejada disposição para aprendizagem. A integração entre Física e Matemática se mostrou particularmente interessante e proveitosa, seja para a própria formação do professor, como para o aprendizado do aluno. Porém o autor ressalta que a aplicação do pós-teste ocorreu logo após o desenvolvimento da SD e que seria interessante reaplicar este teste após um determinado tempo, o que não lhe foi possível por falta de tempo

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais (X) Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Estudo do movimento - queda livre dos corpos
Período Histórico	Século IV a.C. e Século XVII
Cientista(s) Envolvido(s)	Galileu Galilei (1564-1642)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. (X) E.F. – Anos Finais () Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades	A SD foi desenvolvida num total de 20 aulas de 45 minutos cada.
Local onde foram realizadas as atividades	Duas turmas da 8ª série do Ensino Fundamental, num total de 48 alunos, de uma Escola de Educação Básica pertencente à Rede Pública de Ensino do Estado de SC.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica (X) Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), o experimento do plano inclinado seria do tipo <i>replicação física</i> e o de queda livre dos corpos seria do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Materiais paradidáticos (SD) produzidos pelo autor, baseado em fontes primárias (textos originais) e secundárias (textos de historiadores da ciência).
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	O autor afirma que adota os pressupostos da concepção construtivista de forma geral, sem se ater a um autor específico, embora cite Ausubel, Vigotsky e Piaget. Porém, ao longo do desenvolvimento da SD, depreende-se que o autor teve uma abordagem mais próxima ao modelo da redescoberta , segundo Fernandes e Megid Neto (2016)

Ficha de Classificação - T15

Título	Astronomia de régua e compasso: de Kepler a Ptolomeu.		
Autor	Marcos Cesar Danhoni Neves	Ano de Defesa	1986
Orientador	Carlos Alfredo Arguello		
Programa de Pós-Graduação	Pós Graduação em Física	IES	Unicamp
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>A enorme variedade de problemas no ensino de Ciências, sugere uma infinidade de diferentes abordagens. Neste trabalho, criticamos a forma com que alguns temas básicos das ciências são expostos, e são “estudados” ao longo do ensino de 1º e 2º graus. Leis são enunciadas sem nenhuma relação e sem nenhum conhecimento prévio dos fenômenos da natureza que estas leis “explicam”. Estas leis após enunciadas, não são, em muitos casos, utilizadas praticamente, aplicando-se aos fenômenos naturais das quais se originaram. Desta forma, o simples enunciado de leis ou a apresentação de modelos, completamente desligados da realidade, forma uma associação de “assuntos” incompreensíveis que mata a curiosidade, a observação e a criatividade, e eliminando qualquer possibilidade do fomento da “atitude científica” no aluno, favorecendo a memorização, o conformismo e o “mimetismo estudantil”. Preferimos atacar só um exemplo temático, para poder desenvolver com toda profundidade, tanto as críticas como as soluções. O assunto escolhido por nós foram as leis de Kepler (primeira e segunda), incluídas dentro do tema Astronomia (exemplo do absurdo no ensino de Ciências). O resultado e propostas de nosso trabalho, se resume a seguir: 1) estudo quantitativo dos fenômenos astronômicos ao longo do ensino como um todo, a partir da pré-escola, conduzindo ao aluno as técnicas e hábitos de observação da natureza e a formulação de perguntas geradoras; 2) instrumentalização simples das observações astronômicas, procurando elaborar “criativamente” instrumentos elementares, que produzam resultados semi-quantitativos; 3) apresentação das leis fundamentais como resposta às perguntas geradas nas etapas anteriores; 4) instrumentalização das leis fundamentais, simplificando-as se necessário, para pô-las ao alcance das técnicas dominadas pelo aluno (matemática e experimentos) e permitir a sua utilização; 5) utilização das leis, simplificadas ou não, para descrição quantitativa ou semi-quantitativa dos fenômenos físicos, previsão de situações e discussões alternativas; 6) importância da visão histórica do desenvolvimento dos conceitos astronômicos e a sua inserção contínua na elaboração do material didático. No presente trabalho desenvolvemos com profundidade as sugestões 3, 4, 5 e 6, experimentando-as em diferentes grupos, situações e locais. Apresentamos o texto produzido (editado como livro), análises críticas dos textos de ensino de 1º, 2º e 3º graus, análises e avaliações dos cursos ministrados e as sugestões decorrentes das atividades. Para o futuro, sugerimos a integração completa dos seis itens (que já está sendo iniciada no NIMEC (Núcleo Interdisciplinar para Melhoria do Ensino de Ciências) e abordagem similar de temas diferentes (Óptica, acústica, mecânica, eletricidade, etc)</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	O autor procura desenvolver um método de ensino que denomina de “ensino continuado de Ciências”, buscando integrar o ensino ao longo de todos os anos escolares desde a educação básica até a superior. Desse modo, desenvolve a sua pesquisa partir de um foco temático que segundo ele é pouco explorado no ensino de Ciências/Física: As Leis de Kepler. Para isso elabora efemérides astronômicas (posições planetárias e cometárias).		
Metodologia	Neste trabalho o autor desenvolve principalmente as suas próprias sugestões: 3) apresentação das leis fundamentais de Kepler como resposta às perguntas geradas nas etapas anteriores; 4) instrumentalização das leis fundamentais, simplificando-as se necessário, para pô-las ao alcance das técnicas dominadas		

	pelo aluno (matemática e experimentos) e permitir a sua utilização; 5) utilização das leis, simplificadas ou não, para descrição quantitativa ou semi-quantitativa dos fenômenos físicos, previsão de situações e discussões alternativas; 6) importância da visão histórica do desenvolvimento dos conceitos astronômicos e a sua inserção contínua na elaboração do material didático. Para isso ele faz uma análise crítica de livros didáticos da educação básica e superior. Em seguida apresenta o texto produzido, editado como um livro. E por fim faz uma análise do método desenvolvido em 5 cursos ministrados em diferentes grupos e locais (3 em Campinas-SP e 2 em Maringá-PR).
Experimentos propostos/realizados	Elaboração de órbitas elípticas de planetas, baseado na 1ª lei de Kepler. Experimento das circunferências descentradas, baseado na 2ª lei de Kepler. Construção de efemérides de Vênus e Mercúrio. Obtenção das órbitas de Mercúrio e da Terra. Traçado da trajetória aparente de Mercúrio. Cálculo da órbita do cometa Halley. Formas de construir uma elipse.
Resultados e Conclusões	A grande maioria dos alunos dos cursos afirmou que achou o curso válido e interessante, e que tivessem mais aulas experimentais em suas escolas. O autor afirma também que o sucesso para o desenvolvimento de seu curso também se deveu ao pequeno tamanho das turmas. O autor também afirma que os alunos da educação básica tiveram uma atitude perante a ciência mais madura (curiosidade e interesse por responder questões ligadas à astronomia) e menos imediatista que os professores que fizeram o curso, que buscavam mais a obtenção de material pronto para a sala de aula. Por fim em todos os cursos os participantes quase que unanimemente afirmaram que o tempo do curso foi demasiado exíguo.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais (X) Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	As leis fundamentais da mecânica celeste (Leis de Kepler)
Período Histórico	Século II a.C. e Século XVII
Cientista(s) Envolvido(s)	Johannes Kepler (1571-1630)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. (X) E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	2 meses para a 1ª turma do CCLA; 1 mês para as demais turmas e 1 semana para a turma da CENP. Porém em todas as turmas a carga horária foi de 40 horas.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	A 1ª e a 2ª turma de Campinas envolveram pessoas entre 15 e 39 anos (média de idade de 26 anos), com diferentes graus de escolarização e foram ministrados no Centro de Ciências, Letras e Artes (CCLA) de Campinas. A 3ª turma envolveu professores da rede estadual de ensino e foi ministrado na Coordenadoria de Ensino e Normas Pedagógicas (CENP). As 2 turmas de Maringá envolveram alunos de 9º Ano do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio no Colégio Estadual Duque de Caxias
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011) estes experimentos seriam do tipo <i>Extensão histórica</i>
Referenciais Históricos	Materiais paradidáticos (Livro e apostilas) produzidos pelo próprio autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Apesar do autor citar Jean Piaget e Paulo Freire como referenciais teóricos que possuem uma abordagem construtivista ou sociocultural, o desenvolvimento das atividades, principalmente com os alunos de ensino fundamental e médio, teve uma abordagem de redescoberta, com um roteiro bastante fechado de atividades.

Ficha de Classificação - T16

Título	Explorando episódios históricos no ensino de Física: o calor como radiação em fins do século XVIII		
Autor	Rilavia Almeida de Oliveira	Ano de Defesa	2014
Orientador	Ana Paula Bispo da Silva		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática	IES	UEPB -Campina Grande
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>A pesquisa que realizamos envolvendo a relação entre História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências parte do pressuposto que estes dois campos podem estar relacionados em quatro níveis: conceitual, epistemológico, sócio-cultural e de motivação (SEROGLOU e KOUMARAS, 2001; SEKER, 2012). Dentre estes níveis, o presente trabalho buscou explorar um episódio histórico em que fossem destacados aspectos conceituais e epistemológicos; mais especificamente as primeiras impressões sobre a relação entre espectro de cores da luz e a emissão de calor radiante, e os experimentos que buscaram verificar esta relação. Neste intuito, estudamos em detalhes os experimentos de William Herschel (1738-1822) sobre calor radiante, mais especificamente seus experimentos nos quais investigava o poder de aquecer e iluminar das diferentes cores e verificou a existência de radiação além do espectro visível e sua construção dos espectros de luz e de calor. A partir das hipóteses elaboradas por Herschel e os resultados a que chega, propõe-se a discussão de aspectos conceituais como a constituição do espectro de luz, os fenômenos de refração e reflexão da radiação infravermelha e as medidas de intensidade luminosa. Aspectos epistemológicos e metodológicos também são considerados como a questão causa-efeito, bem como a precisão de medidas e as discordâncias que o experimento gerou na época. Destaca-se que mesmo contendo uma série de limitações do ponto de vista experimental e metodológico, o experimento de Herschel é considerado como crucial na detecção da radiação infravermelha. Para o material educacional, adotamos o estudo de caso histórico (STINNER, et. al., 2003), elaborando um material do tipo paradidático em que contextualizamos as atividades de Herschel, apresentamos alguns de seus experimentos sobre calor radiante e uma possibilidade de reprodução didática e destacamos as consequências de seus resultados em tecnologias atuais que envolvem radiação infravermelha.</p>		
Palavras-Chave	História da Ciência; Ensino de Ciências; Calor; Radiação.		
Objetivos Gerais do Trabalho	O trabalho buscou desenvolver uma narrativa histórica sobre o calor como radiação em fins do século XVIII, através da elaboração de um material do tipo paradidático em que se contextualizou as atividades de Herschel, apresenta alguns de seus experimentos sobre calor radiante e uma possibilidade de reprodução didática e destaca as consequências de seus resultados em tecnologias atuais que envolvem radiação infravermelha.		
Metodologia	A autora inicia o trabalho fazendo uma busca e revisão bibliográfica de fontes primárias e secundárias sobre o contexto científico da época, centrando-se nos experimentos de William Herschel sobre calor radiante de modo a compreender o episódio histórico e seus aspectos teóricos e metodológicos. A partir das hipóteses e resultados elaborados por Herschel, propõe-se no material paradidático a discussão de aspectos conceituais como a constituição da luz, a refração e a reflexão da luz infravermelha e medidas de intensidade luminosa, além de aspectos		

	epistemológicos e metodológicos como a questão causa-efeito, a precisão de medidas e as discordâncias que o experimento gerou na época. Após este estudo, a autora elaborou o material paradidático em uma abordagem contextual, na qual o contexto do problema é trabalhado visando o engajamento e a imaginação dos estudantes.
Experimentos propostos/realizados	Experimento de William Herschel sobre calor radiante, no qual investiga o poder de aquecimento de diferentes cores do espectro de luz visível
Resultados e Conclusões	A autora não chega a aplicar a proposta didática elaborada, mas acredita que seu material se mostra válido na medida em que além de discutir o episódio histórico, traz uma possibilidade de reprodução didática, incentivando a participação dos alunos na discussão da temática e apresenta ainda a relação da descoberta da radiação infravermelha com dispositivos que usam essa tecnologia, permitindo trabalhar também a constituição do espectro eletromagnético. A autora acredita que elaborou um material no qual os diversos conceitos físicos relacionados aos primeiros estudos sobre radiação foram trabalhados, contribuindo para o estudo da radiação através do episódio histórico estudado.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Termologia - Estudo do Calor
Período Histórico	Fim do século XVIII
Cientista Envolvido	William Herschel (1738-1822)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	A autora não explica quanto tempo as atividades tomariam em uma eventual aplicação em contexto escolar.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	A autora não aplica a atividade, somente indica que seria utilizada em aulas de Física do Ensino Médio, dentro do tema estudo do calor.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), o experimento proposto seria do tipo <i>replicação física</i> .
Referenciais Históricos	Textos originais de William Herschel, fontes secundárias que retratassem suas pesquisas mapeando o contexto científico da época e material paradidático (sequência didática) produzido pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Apesar da autora citar como referenciais como Douglas Allchin e Arthur Stinner, autores ligados a uma abordagem CTS, e de também defender tópicos relacionados a esse tipo de abordagem no final do trabalho, a autora pouco explica e orienta no final de seu trabalho como seria possível realizar esse tipo de abordagem com os alunos.

Ficha de Classificação - T17

Título	O Uso de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Integrando as Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula.		
Autor	Ronaldo César de Oliveira Paula	Ano de Defesa	2006
Orientador	Cássio Costa Laranjeiras		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências	IES	UNB
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	As ciências naturais são vistas como ciências empíricas porque a experimentação tem um papel central no processo de produção de novos conhecimentos (Höttecke, 2000). No entanto, a dimensão empírica da prática científica, enquanto constitutiva do conhecimento científico, é pouco explorada nas aulas de Física. A exemplo do que acontece com os aspectos históricos e filosóficos, geralmente concebidos como adereços motivacionais ao ensino da ciência, a experimentação científica, que a prática laboratorial representa, permanece ocultada, quando não distorcida. O objetivo deste trabalho é discutir o uso de “experimentos históricos” no Ensino de Física como estratégia no processo de contextualização e articulação da dimensão histórica do conhecimento científico na sala de aula. Como exemplo desta articulação, sugerimos o resgate da experiência do Plano Inclinado, extraída da obra Discursos e Demonstrações Matemáticas acerca de Duas Novas Ciências (1638), de Galileu Galilei (1564-1642), onde a lei de queda dos corpos é investigada. Propomos ainda a exploração desse tema no contexto de sala de aula, sobretudo, através do emprego de simulações computacionais com o software Modellus.		
Palavras-Chave	Ensino de Física; História da Ciência; Galileu Galilei; Experimentação		
Objetivos Gerais do Trabalho	O autor propõe o uso de “experimentos históricos” no Ensino de Física como estratégia de contextualização e integração das dimensões histórica e empírica (que também tem sua historicidade) da ciência na sala de aula.		
Metodologia	Inicialmente o autor procura resgatar os diversos papéis que a experimentação teve e tem no Ensino de Ciências de forma a delimitar sua área de atuação. Depois faz uma revisão bibliográfica sobre experimentação e ensino de ciências, seguida de uma discussão sobre aspectos teóricos e práticos que envolvem a reconstituição de experimentos históricos através de 3 ferramentas distintas: experiências reais, experiências de pensamento e simulações computacionais. Por fim propõe a simulação de experimentos históricos através de simulações de computador, capazes de implementar e exemplificar algumas características dos experimentos que buscou resgatar. Dessa forma o autor elaborou 10 simulações e as colocou em um CD-ROM anexo à sua dissertação. Para cada simulação incluiu um item em seu trabalho, que é essencialmente um texto de apoio voltado a explorar os aspectos mais ricos da simulação, além de sugerir estratégias de utilização para o professor de Ensino Médio. Para isso são abordados: objetivos; formas de utilização; fragmentos originais e atividades práticas.		
Experimentos propostos/realizados	Experimento do plano inclinado de Galileu; Lei das Cordas; Conservação de Energia (Pêndulo, plano inclinado); Tempo de queda (Plano Inclinado & Circunferência); Viagem ao Centro da Terra; Queda do Martelo e da Pena; A Terceira Proporcional de “h” e “L”; Caminho de menor tempo (Plano Inclinado & Cíclóide); interagindo com o Plano Inclinado.		

Resultados e Conclusões	O autor explica que esse material não chegou a ser aplicado em um ambiente escolar, logo não constam aqui resultados estatísticos que validem ou não o seu emprego. Afirma que preocupou em usar o curto período de tempo a que dispunha para dar maior densidade às discussões teóricas que subsidiaram os esforços empreendidos em detrimento de uma aplicação prematura que lhe teria privado do amadurecimento teórico e do aprimoramento do material que alcançou. Entretanto embora sem esse retorno estatístico tem certeza que haverá uma contribuição ao panorama do Ensino de Ciências pelo fato de subsidiar uma linha de ensino que a cada dia ganha mais força que é o emprego da história e da filosofia da ciência. Em um apêndice, fornece sugestões de estratégias para sala de aula baseadas nas 10 simulações que elaborou. Por fim, o autor espera que esse trabalho possa resgatar o papel da experimentação como uma importante dimensão da ciência e sem a qual o ensino tornar-se-ia incompleto, e que sinalize também uma alternativa ao emprego apenas de fontes textuais quando do emprego de história de filosofia da ciência no Ensino de Ciências.
-------------------------	--

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Mecânica Clássica - Cinemática e Dinâmica
Período Histórico	Século XVII
Cientista Envolvido	Galileu Galilei (1564-1642)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	autor não explica quanto tempo as atividades tomariam em uma eventual aplicação em contexto escolar.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O autor não aplica a atividade, somente indica que seria utilizada em aulas de Física do Ensino Médio, durante a abordagem do tema cinemática
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais () Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), 9 dos 10 experimentos seriam do tipo <i>replicação histórica e replicação física</i> ; utilizando softwares computacionais. Já o último experimento proposto seria do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Fontes primárias (textos originais de Galileu) e materiais paradidáticos (simulações computacionais) elaborados pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Embora o autor cite a Pedagogia Dialógico-Libertadora de Paulo Freire e a Epistemologia Histórico-Crítica de Gaston Bachelard, pela leitura das 10 SDs que ele apresentou pode-se depreender que estas possuem uma abordagem do tipo redescoberta, buscando recriar os passos de Galileu

Ficha de Classificação - T18

Título	O experimento demonstrativo de Oliver Lodge: uma proposta de inserção da abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo		
Autor	Gilberto de Oliveira Paulino	Ano de Defesa	2018
Orientador	Wilson de Souza Melo		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	IES	UFJF
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>Este trabalho tem a finalidade de propor uma sequência didática, com abordagem histórico-filosófica, utilizando-se de experimentos e demonstrações históricas na introdução de conceitos do eletromagnetismo no Ensino Médio. Através desta sequência didática, apresenta-se aos estudantes do Ensino Médio o conceito de ondas eletromagnéticas, numa dinâmica histórica que inclui discussões a respeito da natureza da ciência. O experimento histórico escolhido didaticamente como central é o experimento demonstrativo de Oliver Lodge, que projetou um sistema efetivo de recepção das ondas eletromagnéticas cuja principal inovação foi o emprego do coesor no lugar da antena de Hertz. Nessa dissertação, assume-se uma perspectiva pedagógica que se aproxima da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) na medida em que considera a difusão dos conteúdos, vivos e atualizados e a transmissão de conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade, tarefas centrais da Educação. Constatamos uma afinidade entre a PHC e o ensino de ciências e concluímos que o referencial da PHC pode subsidiar o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino de ciências. Por fim, apresenta-se um relato e avaliação do desenvolvimento e aplicação efetiva da sequência didática proposta em sala de aula. O Produto Educacional desenvolvido neste trabalho de mestrado consiste na sequência didática e sua descrição, dos textos e questionários utilizados nas aulas e do texto de apoio ao professor.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de Física, História e Filosofia da Ciência, Experimentos Históricos, Oliver Lodge, Pedagogia Histórico-Crítica.		
Objetivos Gerais do Trabalho	O objetivo geral de nosso trabalho é contribuir com uma sequência didática de abordagem histórico-filosófica, que se utiliza de experimentos e demonstrações históricas na introdução de conceitos do eletromagnetismo no Ensino Médio e avaliar sua aplicação efetiva em sala de aula.		
Metodologia	O autor formula e desenvolve a proposta de sequência didática distribuída ao longo de 6 encontros, em um total de 8 aulas de 50 minutos. No 1º e 2º encontros aborda a relação existente entre eletricidade e magnetismo utilizando de textos e vídeos, a experiência de Orsted e a construção de um eletroímã, realizando um questionário de avaliação parcial com os alunos. No 3º e 4º encontros faz uma demonstração do funcionamento do protótipo do experimento de Oliver Lodge e uma exposição sobre o desenvolvimento do eletromagnetismo numa perspectiva histórica utilizando de textos e vídeos, com a aplicação de um 2º questionário. No 5º encontro faz um retorno ao Experimento de Lodge, agora em seu contexto histórico da segunda metade do século XIX no desenvolvimento do eletromagnetismo, novamente utilizando vídeos e textos para discussão, com aplicação de um 3º questionário. Ao final deste encontro os alunos constroem, em pequenos grupos, protótipos com o mesmo princípio de funcionamento do experimento de Lodge. Finalmente no 6º encontro cada grupo apresenta seu protótipo e explica os princípios de seu funcionamento para a turma e é aplicado um questionário final.		

Experimentos propostos/realizados	Experimento de Orsted (que comprova a relação entre eletricidade magnetismo). Experimento de Oliver Lodge e Experiência do campo magnético e limalha de ferro. Construção de um eletroímã.
Resultados e Conclusões	Segundo o autor a aplicação deste trabalho possibilitou constatar que uma abordagem com recorte histórico bem delimitado se mostrou um instrumento pertinente para a realização dos objetivos aos que se propôs. A aplicação da sequência didática e os resultados dela permitiram concluir que a utilização da HFC aplicada ao ensino de ciências configura-se como estratégia viável para a realização dos pressupostos da PHC. Ademais, após a aplicação da sequência didática e da análise dos dados coletados foi possível indicar que os estudantes incorporaram uma nova ferramenta explicativa de fenômenos físicos, absorvendo a ideia de onda eletromagnética como perturbação que pode ser originada em uma descarga elétrica e que transporta energia em função da variação do campo eletromagnético. As manifestações dos estudantes permitiram sugerir que os alunos retiveram aspectos históricos da construção do conceito de ondas eletromagnéticas e da própria NdC por intermédio das atividades didáticas desenvolvidas. Dessa forma, o autor acredita que a pesquisa foi capaz de indicar um caminho seguro através de uma sequência didática capaz de proporcionar ao estudante efetiva incorporação dos instrumentos culturais, do conhecimento científico organizado e de uma nova ferramenta explicativa para a realidade dos fenômenos físicos, passando a abordar manifestações de natureza eletromagnéticas de maneira qualitativamente superior.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Eletromagnetismo - Ondas eletromagnéticas
Período Histórico	Século XIX
Cientista(s) Envolvido(s)	Hans Christian Ørsted (1777-1851); Oliver Lodge (1851-1940)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	8 aulas de 50 minutos em 6 encontros. Os encontros 1 e 4 com 2 aulas de 50 minutos e os demais encontros (2, 3, 5 e 6) com 1 aula de 50 minutos cada. Os 5 primeiros encontros foram quase seguidos, mas entre o 5º e o 6º encontro houve um período de 15 dias p/ os alunos prepararem apresentações finais.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	1 turma de 30 alunos, no 4º bimestre do terceiro ano do ensino médio, no turno da manhã, em uma escola estadual de Minas Gerais, em Juiz de Fora.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação (X) Demonstração (X) Replicação histórica/Física () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang, alguns experimentos seriam do tipo <i>replicação física</i> e outros do tipo <i>extensão histórica</i> .
Referenciais Históricos	Fontes primárias (textos originais de Oliver Lodge e outros cientistas à época), secundárias, de autores referência. E também material paradidático (proposta de sequência didática) produzidos pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Pedagogia Histórico-Crítica de Dermeval Saviani, dentro de uma abordagem do tipo CTS (Fernandes e Megid-Neto)

Ficha de Classificação - T19

Título	A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica		
Autor	Cláudio Luiz Nóbrega Pereira	Ano de Defesa	2008
Orientador	Roberto Ribeiro da Silva		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências	IES	UNB
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>A motivação para este trabalho partiu da percepção de que os alunos não demonstram muito interesse pelo estudo do conteúdo relativo à Química Orgânica. A literatura tem enfatizado que este é um caso particular de um problema mais amplo: o ensino de ciências passa por uma crise. Segundo vários estudos, esta situação se deve a abordagem pela qual o conhecimento científico é apresentado. Tal abordagem caracteriza-se por ser focada na transmissão de conteúdos que se distanciam da realidade dos alunos, tendo como objetivo a formação de futuros profissionais para carreiras ligadas a ciência. Além do mais, esta abordagem apresenta o conhecimento científico como uma verdade inquestionável, já que, em termos epistemológicos, apóia-se em um modelo empírico indutivista da ciência, cujos fundamentos têm sido duramente criticados pela moderna Filosofia da Ciência. Com intuito de superar tais dificuldades, produzimos um módulo de ensino que aborda o tema corantes, segundo uma perspectiva histórica aliada à experimentação. Este módulo foi avaliado por sete professores de Química. A avaliação de cada um deles foi coletada por meio de entrevistas semi-estruturadas. Como resultado os professores destacaram a potencialidade do material em permitir uma abordagem que rompa com a fragmentação do conhecimento químico, aproxime o conteúdo da realidade do aluno, e apresente as inter-relações entre ciência tecnologia e sociedade. Os professores indicaram, ainda, que os experimentos sugeridos podem contribuir para articular o nível macroscópico com os níveis teórico e representacional do conhecimento químico. Também realizamos uma análise sobre a forma como foram inseridas a História da Ciência e a Experimentação nos livros didáticos de Química, que irão fazer parte do Programa Nacional do Livro Didático de 2008. O resultado de tal avaliação mostra que, em geral, estes livros fazem uso da história da ciência, porém de forma inconsistente, e que a experimentação ainda é tomada segundo a lógica da confirmação.</p>		
Palavras-Chave	Química Orgânica, História da Ciência, Experimentação.		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>A produção de um módulo de ensino para ser aplicado no ensino médio que possibilite ao aluno ter conhecimento sobre a "História e a Química dos Corantes", segundo uma perspectiva histórica aliada à experimentação, pois assim o autor acredita estar resgatando elementos humanísticos ligados à ciência, há muito esquecidos no ensino de Química, ao mesmo tempo em que possibilita ao aluno ter contato com fenômenos que dão significado as teorias e conceitos estudados no âmbito da Química Orgânica.</p>		
Metodologia	<p>O autor descreve o processo de construção de um módulo de ensino para o conteúdo de Química Orgânica. O módulo consiste em um texto e um conjunto de 8 experimentos que abordam a história e a química dos corantes, divididos em 3 partes. Na 1ª parte do texto faz um apanhado geral sobre alguns corantes de importância histórica, como o pau-brasil. Na 2ª discute aspectos inerentes à química da tinturaria. E na 3ª aborda a natureza da luz e a formação das cores. Os experimentos propostos não objetivam comprovar as teorias abordadas no texto, mas fornecer a vivência de fenômenos que permitam a compreensão do texto, ou iniciar uma discussão que possibilite o professor e os alunos se aprofundarem no estudo da Química Orgânica. Para avaliar este produto educacional, o autor solicitou a 7 professores que fizessem a leitura do módulo de ensino. Em uma data previamente marcada realizou uma entrevista</p>		

	semi- estrutura com cada um deles, registrando seus depoimentos por meio de gravação.
Experimentos propostos/realizados	1) Tingindo tecidos; 2) Corantes x Pigmentos; 3) Desbotando a calça jeans; 4) Colorindo com o índigo; 5) Descolorindo com a eletricidade; 6) As cores dos objetos; 7) A luz e os corantes; 8) Ultravioleta a cor Invisível
Resultados e Conclusões	Por meio das entrevistas realizadas o autor percebeu uma boa aceitação do módulo de ensino e que os professores destacaram as potencialidades do material em poder propiciar uma abordagem que humanize os conhecimentos de Química à medida que contextualiza os conteúdos estudados, os associa a fatos históricos conhecidos e apresenta a ciência interligada ao contexto social e econômico. Segundo eles, o tema deste material possibilita uma organização diferente ao programa de ensino de química. Também foi apontado pelos professores a possibilidade de um trabalho interdisciplinar, e do rompimento da visão fragmentada dos conteúdos de Química. Um dos professores entrevistados aplicou a 1ª parte do material em sala de aula, e verificou as potencialidades do material em superar as práticas do ensino tradicional de ciências, que colocam os alunos como meros receptáculos. O material por permitir a discussão de idéias entre alunos e professores pode contribuir para que se superem visões distorcidas sobre o mundo, sobre a ciência e a prática dos cientistas.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	()Ciências – E. F. Anos Iniciais ()Ciências – E.F. Anos Finais ()Física (X)Química ()Biologia ()Geral
Tema	Química Orgânica - História e química dos corantes
Período Histórico	O material abrange desde o período da pré-história até a atualidade
Cientista(s) Envolvido	Jean Henri Fabre (1823-1915)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. ()E.F. – Anos Finais (X)Ensino Médio ()Ensino Superior ()Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	O autor não explica quanto tempo seria necessário para aplicar todo o material ou algum dos experimentos em particular. Porém, pela descrição que fez, pode-se deduzir que seriam algumas semanas durante o ano letivo. Cabe ressaltar que neste trabalho o autor não anexou o módulo de ensino que ele produziu, o que impediu que pudesse se deduzir com precisão o tempo de duração das atividades propostas.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O pesquisador mostrou as propostas para análise de alguns professores de escolas públicas do Distrito Federal: 3 em Ceilândia e 2 no Gama. Além dessas escolas, ele visitou também uma instituição de ensino superior, situada no Gama, que ministrava o curso de Licenciatura em Química, em um total de 9 professores. Desses, 7 avaliaram o material. Um dos professores aplicou a 1ª parte deste material em uma aula para duas turmas do 2º ano do Ensino Médio.
Tipos de Materiais propostos/realizados	()Históricos (X)Laboratoriais (X)Caseiros/baixo custo ()Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), estes experimentos seriam do tipo <i>extensão histórica</i>
Referenciais Históricos	Material paradidático produzido pelo próprio autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	CTS, baseado nos referenciais citados como Gaston Bachelard, Eduardoo Mortimer e Michael Matthews.

Ficha de Classificação - T20

Título	História da Ciência no Ensino Médio: experimentos de Lazzaro Spallanzani sobre reprodução animal		
Autor	Miler Rodrigo Pereira	Ano de Defesa	2014
Orientador	Maria Elice Brzezinski Prestes		
Programa de Pós-Graduação	Pós Graduação em Genética e Biologia Evolutiva)	IES	USP - São Paulo
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional (X) Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>A História da Ciência, nas últimas décadas, é apontada pela literatura especializada como um recurso pedagógico apropriado para ensinar conteúdo científico atual e abordar aspectos da natureza da ciência na sala de aula. Este trabalho trata dos aspectos motivacionais e emocionais nos alunos frente a abordagem inclusiva da História da Ciência como uma ferramenta para promover discussões sobre a construção do conhecimento científico e para trabalhar o conceito de reprodução animal, concentrando no estudo do desenvolvimento de método experimental em investigação de seres vivos. O episódio histórico escolhido foi o estudo da reprodução de anfíbios realizado por Lazzaro Spallanzani (1729-1799), que nos permitiu explorar com os alunos, especialmente, a reflexão e discussão sobre observação, teoria e as relações entre eles. Na parte empírica deste estudo, foi desenvolvida uma sequência didática, conforme modelo de M. Méheut (2004), orientada segundo os princípios de Design Based Research (DBR), visando motivar os alunos ao aprendizado de conceitos de reprodução, em turmas de terceiro ano do ensino médio. A sequência produzida foi constituída por oito aulas planejadas de acordo com uma estratégia de ensino de investigação. A Sequência Didática foi aplicada em duas escolas públicas da cidade de São Paulo, Brasil. Foram elaborados materiais didáticos para serem usados na Sequência Didática, como textos de apoio sobre o episódio histórico em questão para os alunos (com base na metodologia de história da ciência, ou seja, fontes primárias analisadas em seu contexto) e replicação de experimentos em ambiente virtual por meio de Tecnologias de Informação e Comunicação. A aplicação da Sequência Didática foi registrada em vídeo e avaliada por dois questionários, um para análise dos aspectos motivacionais, e outro, emocionais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. A intervenção mostrou efeitos positivos quanto à motivação dos estudantes e principalmente sobre à auto-eficácia e motivação intrínseca. Contudo, algumas concepções relativas à motivação extrínseca foram resistentes a mudanças, o que forneceu indicações para o aprimoramento dos princípios de design e de sua implementação em sala. Os resultados podem indicar novas possibilidades de utilização de História da Ciência no ensino de ciências.</p>		
Palavras-Chave	História da Ciência, Ensino de Ciências, replicação de experimentos históricos, motivação, emoções, TICs, Sequência Didática, LazzaroSpallanzani.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Este trabalho procura analisar e avaliar os aspectos motivacionais e emocionais (intrínsecos e extrínsecos) dos alunos frente a abordagem inclusiva da História da Ciência como uma ferramenta		

	para promover discussões sobre a construção do conhecimento científico e para trabalhar o conceito de reprodução animal, concentrando no estudo do desenvolvimento de método experimental em investigação de seres vivos.
Metodologia	Foi desenvolvida uma sequência didática (SD) em termos de replicação virtual para ser aplicada pelo próprio autor, orientada segundo os princípios de DBR, visando motivar os alunos ao aprendizado de conceitos de reprodução, em turmas de terceiro ano do ensino médio. A SD possui 4 pequenos textos e animações feitas a partir de experimentos clássicos e foi aplicada para os alunos em um ambiente virtual utilizando TIC. A aplicação da SD foi acompanhada de questionários usados em pré-teste e pós-teste, voltados à avaliação dos efeitos ocasionados pela atividade na motivação e nas emoções situacionais dos alunos.
Experimentos propostos/realizados	Estudos experimentais de Lazzaro Spallanzani para investigar o papel do sêmen masculino na fecundação e reprodução de anfíbios.
Resultados e Conclusões	A replicação dos experimentos históricos por meio de TIC no ensino médio mostrou-se um recurso pedagógico favorável para motivar os alunos e, além disso, para investigar esses recursos como na promoção da motivação. Segundo o autor, o material didático produzido para a sequência didática aplicada na pesquisa servirá como exemplo, aberto e sujeito a aprimoramentos, que pode tanto ser aplicado em novos ciclos de prototipagem em outros ambientes escolares, como pode balizar a construção de outras sequências didáticas com enfoque histórico do ensino da ciência. Ao fornecer dados empíricos sobre motivação e emoção sobre a utilização de episódios da História da Ciência no Ensino Médio por meio das TICs, esta pesquisa amplia a pouca base de dados empíricos embasados estatisticamente e validados pela literatura de referência, existentes atualmente dentro dessa linha de pesquisa, particularmente na área de ensino e história da Biologia. Esse estudo proporcionou a elaboração de um material em formato de um aplicativo que pode servir de ponto de partida para qualquer professor, em qualquer local, que se sinta motivado a desenvolver trabalho semelhante em sala de aula, bem como para seus próprios estudantes. Esta pesquisa, direcionada em uma concepção de motivação e emoção, mas sem perder o foco no ensino-aprendizagem guiado pela participação ativa dos estudantes, forneceu evidências de que a abordagem histórica é motivadora e, conseqüentemente facilitadora da aprendizagem. A SD também promoveu e permitiu a discussão de aspectos científicos da construção do conhecimento científico. O autor defende que aulas com a estratégia da experimentação convencional ou mesmo a replicação de experimentos clássicos, desde que guiada pela participação ativa do estudante no processo, associada ao uso de tecnologias, pode ajudar a melhorar a motivação e interesse do aluno. Por fim, o autor indica alguns desdobramentos esperados desta pesquisa. O 1º é a possibilidade aprofundar essa relação entre História da Biologia e TIC, ampliando as utilizações deste recurso em outros caminhos da História da Biologia no ensino, como também aprimorar a própria interatividade do material, como por exemplo, desenvolver um material que seja totalmente independente do professor, com interação total do aluno e registro individualizado. O 2º é estudar a dinâmica em sala de aula, ou seja, uma vez evidenciado um ganho de motivação, se faz necessário relacionar a

	participação do aluno no processo e se houve aprendizagem efetivamente.
--	---

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais () Física () Química (X) Biologia () Geral
Tema	Reprodução de Anfíbios
Período Histórico	Século XVIII
Cientista(s) Envolvido(s)	Lazzaro Spallanzani (1729-1799)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	2 aulas por dia de 45 a 50 minutos cada, em um total de 8 aulas, por um período de 2 semanas
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	A SD foi aplicada no segundo semestre de 2013 em turmas do 3º Ano do Ensino Médio de 2 escolas de Ensino Médio da Rede Pública do Estado de São Paulo. Em 2 salas na Escola Jardim Santa Ângela (Cotia) para um total de 56 alunos; e em 5 salas de aulas, na Escola Professor Natalino Fidêncio (Carapicuíba), para um total de 165 alunos.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais/TICs () Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica/física () Remota () Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), a sequência didática proposta aqui seria do tipo replicação física, adaptando-a ao ambiente virtual, com base em TICs.
Referenciais Históricos	Fontes primárias (textos de Lazzaro Spallanzani sobre a reprodução em seres vivos: <i>Generazione di alcuni animali anfibii</i>). Fontes secundárias de historiadores da ciência sobre a obra de Spallanzani. Por fim, uso de materiais didáticos produzidos pelo próprio autor da pesquisa
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivista, baseada em Brown e Collins (1992), que desenvolveram a metodologia <i>Design Based Research. Teaching- Learning-Sequence (TLS)</i> discutido por Martine Méheut & Dimitris Psillos (2004). E na Teoria da Autodeterminação de Ryan & Deci (2000) e Reeve et al., (2004), que se refere à motivação intrínseca e motivação extrínseca do aprendiz.

Ficha de Classificação - T21

Título	A física da música no Renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica		
Autor	Rafael Andrade Pereira	Ano de Defesa	2010
Orientador	Oscar João Abdounur		
Programa de Pós-Graduação	Interunidades em Ensino de Ciências	IES	USP - São Paulo
Grau de Titulação Acadêmica	<input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input type="checkbox"/> Federal <input checked="" type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>Este trabalho objetiva pesquisar sob uma perspectiva histórico-epistemológica o desenvolvimento da acústica musical no Renascimento. Tal investigação será especialmente focada na busca de indicadores da importância da verificação experimental na produção do conhecimento acústico nesse período. Com o intuito de extrair os indicadores mencionados, assim analisou-se tratados teórico-musicais desse período sob uma perspectiva das relações entre a física, a matemática e a música. Do ponto de vista educacional, o presente projeto pretende, por meio de uma exposição didática no museu Estação Ciência, reproduzir estruturalmente experimentos esclarecedores de conceitos acústicos emergentes na Revolução Científica, fazendo uso de recursos modernos. Como resultado bibliográfico de tais reflexões, foi organizada uma discussão sobre um conjunto de estratégias de ensino sobre a relação entre física, matemática e música, sob uma perspectiva histórico-epistemológica. Além disso, o presente trabalho relatou o processo de desenvolvimento de uma exposição didática sobre a relação entre a matemática, a física e a música. Tal exposição busca reconstruir os principais experimentos da história da acústica musical responsáveis pela consolidação da teoria que conhecemos atualmente, evidenciando os indicadores da importância da verificação experimental na produção do conhecimento acústico na história da ciência. Neste sentido, torna-se fundamental que a pesquisa historiográfica forneça subsídios teóricos para a fundamentação da transição de uma ciência musical centrada em um dogmatismo aritmético para uma ciência musical, que tem a verificação experimental como critério relevante de falseamento de suas teorias. Desta forma, o presente trabalho pretende apresentar a exposição didática que será realizada no museu Estação Ciência, reproduzindo por escrito sua estrutura, experimentos e painéis que visam esclarecer conceitos acústicos emergentes na Grécia Antiga e suas transformações ao longo da Revolução Científica.</p>		
Palavras-Chave	Exposição; Divulgação Científica; Acústica Musical; Epistemologia Histórica; Experimentação.		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Pesquisar sob uma perspectiva histórico-epistemológica o desenvolvimento da acústica musical no Renascimento. Evidenciar as potencialidades e implicações educacionais do ensino de Acústica. Apresentar uma maneira de se entender como o ensino da relação entre a física e a música pode colaborar com a formação dos estudantes de ensino médio. Como parte do trabalho de campo, abordar, por meio da exposição didática no museu Estação Ciência, fenômenos relevantes para a compreensão racional da acústica</p>		

	musical renascentista. Discutir estratégias de ensino sobre o desenvolvimento da relação entre física, matemática e música.
Metodologia	<p>Realizou-se uma pesquisa historiográfica que possibilitou a elaboração de um recorte do desenvolvimento histórico da Acústica e possibilidades de diversificação das estratégias de ensino decorrentes desta percepção. Em seguida o autor faz a elaboração de uma exposição didática composta por 8 salas temáticas que se relacionam, e de alguma maneira procuram divulgar os conceitos enunciados no capítulo 2 do trabalho (A Física da Música). A exposição propõe 8 módulos dispostos em salas capazes de transmitir as idéias centrais da relação entre física, matemática e música, sendo estas: 1) Motivações e questões relevantes para a compreensão da Série Harmônica. 2) O experimento do Monocórdio: razões x intervalos musicais e a sistematização matemática da escala. 3) Renascimento: o nascimento da música como ciência experimental. 4) Escalas e Temperamento. 5) Série Harmônica/Série de Fourier. 6) Consonância e Dissonância: do simbolismo aritmético a uma concepção física. 7) O som dos planetas. 8) Da matemática-especulativa à matemática-empírica: uma revolução científica na música.</p> <p>Cada um dos referidos módulos possui textos ou hipertextos curtos concernentes à história da construção e evolução dos conceitos acústico/musicais diretamente associados ao tema do módulo, bem como dispositivos interativos -- eletrônicos, mecânicos etc -- de animação audiovisuais que destinam-se ao aprimoramento da assimilação, por parte dos visitantes, dos conceitos matemático/musicais subjacentes ao tema central do módulo em questão. A exposição eventualmente incluiu vídeos ilustrando um diálogo hipotético entre teóricos da ciência abordando temas pertinentes. Os módulos interconectam-se através das referências dos textos, hipertextos e dispositivos, refletindo a evolução histórico-epistemológica das explicações para conceitos matemático-musicais. Em seu último capítulo, o pesquisador apresenta aos professores de física possibilidades de exploração dos elementos trazidos nos capítulos anteriores, buscando levar a discussão apresentada para a sala de aula. Dessa forma apresenta um conjunto de estratégias de ensino que se mostraram eficientes ao longo de realizações de oficinas e projetos de ensino de Acústica realizados ao longo do mestrado</p>
Experimentos propostos/realizados	Experimento de Newton sobre a decomposição da luz branca em um prisma, que traz uma analogia entre o som e a luz. Experimento do monocórdio de Pitágoras. Experimento de cordas vibrantes de Wallis. Experimento de Galileu que associa um som musical a uma forma de onda periódica.
Resultados e Conclusões	O pesquisador não chegou a obter resultados, visto que a exposição ainda não havia ocorrido ao término da elaboração deste texto, porém afirma que espera que seu trabalho buscou explicitar diversas razões para se investir neste tema interdisciplinar. Dentre estas razões destacam-se a riqueza de se contemplar a perspectiva histórica, valorizar a experimentação (fortemente presente no paradigma científico contemporâneo) e possibilitar a discussão de habilidades, competências e conteúdos fundamentais para a formação de um estudante de física, e que pretende explorar os resultados e avaliações da exposição em futuras pesquisas.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	()Ciências – E. F. Anos Iniciais ()Ciências – E.F. Anos Finais (X)Física ()Química ()Biologia ()Geral
Tema	Ondulatória - Acústica
Período Histórico	O trabalho abrange desde os gregos antigos, passando pelo renascimento (Séculos XVI e XVII) e chega até a música contemporânea
Cientista(s) Envolvido(s)	Pitágoras (570 - 495 a.C.); Vincenzo Galilei (1520-1591); Marin Mersenne (1588-1648); Galileu Galilei (1554-1642); Johannes Kepler (1571-1630)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. ()E.F. – Anos Finais ()Ensino Médio ()Ensino Superior (X)Outro: Museu - Estação Ciência
Tempo de duração das atividades propostas	Por se tratar de uma exposição em um espaço não-formal de ensino (Museu Estação Ciência), não há um tempo pré-determinado para duração das atividades propostas, porém como em geral as pessoas permanecem em um museu durante um dia, este seria um tempo de duração estimado.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Foi realizada uma proposta de exposição no museu Estação Ciência, localizado na cidade de São Paulo, em fevereiro de 2011 e composta por 8 salas temáticas que se relacionam. Porém o autor ressalta que a ordem com que se apresentam os módulos não se reflete necessariamente na organização espacial da exposição.
Tipos de Materiais propostos/realizados	()Históricos ()Laboratoriais ()Caseiros/baixo custo (X)Outros: Dispositivos interativos, painéis eletrônicos audiovisuais, hipertextos, etc.
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação (X) Demonstração (X) Replicação histórica () Remota () Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), os experimentos propostos neste trabalho são do tipo <i>Replicação histórica e extensão histórica</i>
Referenciais Históricos	Fontes primárias (textos originais dos estudiosos de Acústica) e materiais paradidáticos para a exposição, elaborados pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	CTS, na qual o autor se utilizou principalmente da epistemologia de Thomas Kuhn (revoluções científicas), e também do conceito de Obstáculos Epistemológicos de Gaston Bachelard e do conceito de Falseamento de Karl Popper.

Ficha de Classificação - T22

Título	Física na História: Um Caminho em Direção à Aprendizagem Significativa.		
Autor	João Ricardo Quintal	Ano de Defesa	2008
Orientador	Andréia Guerra de Moraes		
Programa de Pós-Graduação	Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	IES	CEFET - RJ
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	A presente dissertação relata e avalia os resultados de uma pesquisa em ensino sobre a relevância da inserção da História da Ciência, como agente influenciador no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos do eletromagnetismo, em nível de Ensino Médio. O curso apresenta um enfoque histórico-filosófico-sociológico, no qual a Física é abordada de forma contextualizada através de uma metodologia elaborada, mesclando experimentos históricos com a teoria, discutindo questões filosóficas fundamentais ao desenvolvimento do eletromagnetismo, buscando gerar nos alunos uma Aprendizagem Significativa.		
Palavras-Chave	Eletromagnetismo, História da ciência, Aprendizagem Significativa		
Objetivos Gerais do Trabalho	O trabalho busca verificar se realmente a História da Ciência é um caminho eficaz para uma aprendizagem significativa no estudo da Física. Buscando subsídios para responder a essa questão, foi elaborado o projeto "Física na História", que buscou avaliar a importância da história do eletromagnetismo no processo ensino-aprendizagem. E tem como objetivo produzir um material didático, onde a história e a filosofia da ciência não fossem apresentadas de maneira alegórica. O material didático apresentou uma contextualização do processo de construção da produção científica, expondo as inquietações, interesses e métodos utilizados na interpretação da natureza. Além de ter a intenção de humanizar a ciência mostrando o processo histórico pelo qual culminou o surgimento do eletromagnetismo		
Metodologia	Foram elaborados atividades experimentais e textos históricos sobre os caminhos trilhados pelos diversos filósofos naturais e cientistas que construíram algumas das teorias da eletricidade, do magnetismo, e do eletromagnetismo. O curso foi composto de várias partes: aulas expositivas sobre conteúdos de eletricidade e eletromagnetismo, demonstração de experiências históricas confeccionadas pelo professor, realização de experiências históricas executadas pelos alunos, debate histórico com a turma e exercícios. Os exercícios foram elaborados abordando questões de vestibular, questões históricas e outras a respeito das conclusões das experiências realizadas em sala de aula. O material didático foi dividido em 10 apostilas, as quais foram acrescidas de exercícios de vestibulares, relativos ao assunto tratado e roteiros experimentais.		
Experimentos propostos/realizados	Durante o curso foram feitos os seguintes experimentos: Experiências com o <i>versorium</i> , o 1º instrumento científico eletrostático que se tem registro. Construção de um eletroscópio. Experimentos com a Garrafa de Leyden (1º protótipo de um capacitor). Experimento da agulha imantada de Ørsted. Experimento de Ampère construindo um galvanômetro. Experimento de indução magnética proposta por Faraday. Ao final do curso, os alunos desenvolveram em grupos trabalhos histórico-experimentais que apresentaram aos seus colegas: Construção de uma pilha voltaica, junto com um pequeno resumo sobre a vida de Alessandro Volta. Construção das experiências de Oersted e de Ampère, junto com um pequeno resumo sobre a vida de Hans Christian Oersted. Construção de um Galvanômetro, junto com um resumo sobre a vida de Ampère. Construção de um Dínamo,		

	fazendo uma aplicação para um Dínamo de bicicleta, junto com um resumo sobre a vida de Faraday. Construção de uma experiência mostrando as linhas de força de Faraday e a experiência sobre a ação de um campo, junto de um resumo sobre a vida de Maxwell. Construção de um motor e de um gerador elétrico, junto a um resumo sobre a vida de Faraday. Construção de maquete de Usina Hidroelétrica. Experiência sobre a aplicação prática da indução magnética.
Resultados e Conclusões	<p>Ainda que inicialmente alguns dos alunos rejeitassem a metodologia do curso, estes mudaram de atitude ao longo da realização dos experimentos históricos. Isso ocorreu, principalmente, quando verificaram que a parte histórica servia de arcabouço para dar um maior significado a determinadas teorias. E que dessa forma, eles poderiam assimilar e interpretar de forma mais significativa os conteúdos e aplicá-los em exercícios de vestibular com maior clareza dos significados físicos. De uma forma geral, o curso se mostrou como um meio para reflexão dos processos históricos envolvidos nas elaborações das teorias eletromagnéticas. Além de proporcionar pequenas revisões de alguns conteúdos de história das séries anteriores e servir como mais um mecanismo na formação de um cidadão capaz de acompanhar os avanços tecnológicos de sua época, sem pensar que apenas umas poucas mentes brilhantes são capazes de produzir tal conhecimento.</p> <p>A avaliação do projeto mostrou que muito do sucesso do trabalho de sala de aula foi devido à reprodução dos experimentos históricos. As experiências possibilitaram aos alunos concretizarem muitas das questões apresentadas no curso e problematizar suas concepções prévias a respeito do tema. Dessa forma, defende-se que a união da história da ciência com experimentos históricos é um elemento a ser explorado pelos professores que desejam um ensino de física que não se restrinja à resolução de problemas matemáticos totalmente desvinculados da realidade dos alunos.</p>

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Eletromagnetismo
Período Histórico	Da Antiguidade Clássica até o Século XIX
Cientista(s) Envolvido(s)	Hans Christian Ørsted (1777-1851); Charles Coulomb (1736 - 1806); Alessandro Volta (1745-1827), Michael Faraday (1791 - 1867); James Maxwell (1831-1879).
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	O projeto envolveu parte de 2 horas-aulas (denominados “tempos semanais”), ao longo do ano letivo de 2007.
Local onde foram realizadas as atividades	3ª série do Ensino Médio do Colégio Pedro II, localizado na cidade do Rio de Janeiro (RJ). Em 3 turmas de 3º ano do ensino médio, com 90 alunos.
Tipos de Materiais propostos/realizados	(X) Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação (X) Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Para Chang (2011), a maioria dos experimentos são do tipo Replicação Física, outros são do tipo extensão histórica e outros são do tipo complementares.
Referenciais Históricos	Fontes primárias (trechos de textos originais dos cientistas estudados), presentes em textos paradidáticos, que foram produzidos pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Ficha de Classificação - T23

Título	Elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino sobre os conceitos de calor e temperatura		
Autor	Francisco Josélio Rafael	Ano de Defesa	2007
Orientador	André Ferrer Pinto Martins		
Programa de Pós-Graduação	Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	IES	UFRN
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>Este trabalho investigou as concepções alternativas apresentadas por alunos do Ensino Médio, em relação aos conceitos de calor e de temperatura, objetivando a elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino a partir do diagnóstico levantado das concepções presentes nos estudantes. A estratégia de ensino foi constituída por uma seqüência de atividades que envolvem História da Ciência e experimentos, inseridas num curso que teve como base a proposta do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). Utilizamos como fio condutor de nosso trabalho de pesquisa o desenvolvimento da Termodinâmica, desde o desenvolvimento das primeiras máquinas térmicas, passando pela Revolução Industrial e a evolução dos conceitos de calor e de temperatura. A estratégia de ensino foi aplicada a uma turma do segundo ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Mossoró (RN). Procurou-se, com as atividades, tornar os conceitos que fazem parte da Termodinâmica mais significativos para os alunos. Avaliamos que a aplicação da estratégia representou ganhos para os estudantes da turma, em termos do aprendizado das leis e conceitos da Termodinâmica (especificamente dos conceitos de calor e de temperatura), assim como no que se refere à superação de suas concepções iniciais.</p>		
Palavras-Chave	Concepções alternativas. Calor e temperatura. Termodinâmica. História da Ciência.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Investigar as concepções alternativas apresentadas por alunos do Ensino Médio, em relação aos conceitos de calor e de temperatura, objetivando a elaboração e aplicação de uma estratégia de ensino a partir do diagnóstico levantado das concepções presentes nos estudantes. A estratégia de ensino foi constituída por uma seqüência de atividades que envolvem História da Ciência e experimentos, inseridas num curso que teve como base a proposta do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) da UFRN.		
Metodologia	<p>Inicialmente o autor aplicou um questionário objetivando diagnosticar as concepções alternativas apresentadas pelos alunos em relação aos conceitos de calor e de temperatura. Após análise dos dados coletados, identificou algumas concepções alternativas apresentadas pelos alunos pesquisados em relação aos conceitos de calor e de temperatura. Em seguida, estruturou seu curso de termodinâmica para os alunos de nível médio. Este curso consiste de texto e um conjunto de atividades. A estratégia de ensino é constituída por atividades teóricas, experimentais, e por material didático especificamente selecionado em virtude dos objetivos a serem alcançados com o trabalho de pesquisa. As atividades foram sobre os seguintes temas: 1) Discussão sobre a Revolução Industrial e sua importância para o desenvolvimento da Termodinâmica. 2) Entrevista com o calor. 3) Experiência: condução de calor e condutividade térmica. 4) Experiência: calor específico. 5) Diferenciação dos conceitos de calor e temperatura. 6) Construção de uma Máquina Térmica. Antes e após as atividades, o autor aplicou pré-testes e pós-testes com as mesmas questões.</p>		

Experimentos propostos/realizados	Condução de calor e condutividade térmica; Calor específico de diferentes metais; Construção de uma máquina térmica
Resultados e Conclusões	Os alunos demonstraram um interesse muito grande pelas atividades envolvendo história da ciência (HC); liam os textos com prazer e participavam ativamente das discussões e com isso, a atividade fluía de forma prazerosa. O autor acredita que os educadores, principalmente do Ensino Médio, não podem deixar de utilizar um instrumento como a HC, no processo ensino- aprendizagem de seus alunos. Outro dado importante identificado na pesquisa é a importância do conhecimento por parte dos professores das concepções alternativas apresentadas pelos alunos diante dos conceitos que pretende desenvolver. Ao ignorá-las ou menosprezá-las pode estar correndo o risco de dificultar ainda mais o processo de ensino-aprendizagem. Por fim, o autor afirma que houve uma melhora na compreensão dos processos termodinâmicos, embora os alunos ainda apresentem algumas dificuldades em estabelecer conexões entre o que estudaram e seu cotidiano, trabalhar matematicamente os processos, e continuam a ter problemas em distinguir as diferenças entre os conceitos de calor e de temperatura.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Termodinâmica - Calor e Temperatura
Período Histórico	Principalmente os séc. XVIII e XIX, envolvendo a Revolução industrial.
Cientista(s) Envolvido(s)	Joseph Black (1728-1799)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	O autor não explicita quanto tempo foi utilizado para realização de todas as atividades, mas pelo texto pode-se inferir que foram utilizadas algumas semanas de aula durante o período letivo.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Centro de Educação Integrada Professor Eliseu Viana, município de Mossoró, RN, com 2 turmas de alunos da 2ª série do Ensino Médio, em um total de 50 alunos.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Para Chang (2011) são do tipo extensão histórica e outros são do tipo experimentos complementares.
Referenciais Históricos	Materiais paradidáticos (textos, roteiros de aula) produzidos pelo autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, baseado em trabalhos de Gaston Bachelard, Alberto Villani e Eduardo Mortimer

Ficha de Classificação - T24

Título	Experimentos exploratórios: Os contextos da descoberta e da justificativa nos trabalhos de Gray e Du Fay		
Autor	Anabel Cardoso Raicik	Ano de Defesa	2015
Orientador	Luiz Orlando de Quadro Peduzzi		
Programa de Pós-Graduação	Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica	IES	UFSC
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>A experimentação é normalmente entendida, no ensino de ciências, como um meio para refutar ou corroborar uma teoria e todo o seu processo dinâmico foge a uma reflexão metodológica. Principalmente na física, uma ciência experimental, é natural que as relações entre hipótese e experimentação estejam intimamente ligadas ao processo de construção do conhecimento. Entretanto, como enfatiza a literatura, é essencial refletir sobre esses vínculos que passam, muitas vezes, despercebidos tanto no âmbito da própria ciência como no procedimento pedagógico. Desta forma, o objetivo geral desta pesquisa foi evidenciar a dinâmica entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico. Para tanto se desenvolveu um módulo de ensino que discute o conceito de experimentação exploratória (STEINLE, 1997; 2002) e a relação entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa, a partir dos estudos de Stephen Gray e Charles Du Fay em um momento incipiente da história da eletricidade. O módulo é constituído por um texto, dois artigos, três trechos de vídeos, seminários e uma atividade experimental, realizada em sala de aula. No primeiro semestre de 2013, ele foi implementado em um dos segmentos de uma disciplina sobre História da Ciência da Universidade Federal de Santa Catarina. Os dados obtidos através de um questionário aberto, em termos gerais, mostraram que a proposta é eficaz, promovendo uma satisfatória articulação entre o conteúdo histórico e aspectos específicos da filosofia da ciência.</p>		
Palavras-Chave	História da eletricidade. Hipótese e experimentação. Módulo de ensino.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Evidenciar a dinâmica entre hipótese e experimentação na construção do conhecimento científico, através de um módulo de ensino que discuta o conceito de experimentação exploratória e a relação entre os contextos da descoberta e da justificativa, a partir dos estudos de Gray e Du Fay. Assim, busca-se propiciar reflexões e compreensões da complexidade existente no desenvolvimento de um corpo teórico, emergindo a dinamização entre hipótese e experimentação e a conceitualização por trás da terminologia descoberta.		
Metodologia	O módulo é constituído por um texto, dois artigos, três trechos de vídeos, seminários e uma atividade experimental, realizada em sala de aula. Os seminários foram desenvolvidos durante as quatro aulas, que comportaram apresentação em slides, atividade didática e convites a discussões. A atividade didática proposta com eletroscópios procurou explorar o conceito de experimentação exploratória, despertando a reflexão do aluno quanto aos materiais que estavam sendo utilizados. Buscou-se, assim, propiciar condições para que o desenvolvimento da atividade dependesse das hipóteses elaboradas pelos alunos. Como orientação inicial, eles deveriam partir de um eletroscópio "teoricamente" já eletrizado. Com essa dinâmica, instigou-se os alunos a refletirem sobre as propriedades dos materiais a fim de introduzir o contexto histórico da descoberta dos corpos isolantes e condutores.		

Experimentos propostos/realizados	Experimentos com eletricidade de Stephen Gray e Charles Du Fay
Resultados e Conclusões	Percebeu-se que essa atividade aprimorou e ampliou as concepções dos alunos acerca das características dos corpos isolantes e condutores. Considerando-se que os alunos eram todos do bacharelado, o interesse que demonstraram por discussões epistemológicas, dado que eles não as têm no curso. A satisfatória participação dos mesmos nas aulas evidencia isso. Logo de início preocuparam-se em compreender a complexidade de uma descoberta científica. Esse interesse acentua a importância de um trabalho com esse caráter não só na formação de licenciados como na de futuros cientistas. O módulo de ensino possibilita que se aprecie o procedimento e os aspectos do trabalho científico, e a incompatibilidade em analisar o contexto da descoberta indistintamente do contexto da justificativa. O desenvolvimento de materiais com enfoques históricos e filosóficos e potencialmente significativos pode ensejar não apenas a compreensão desses aspectos, mas uma formação mais consistente desses sujeitos sobre a ciência, como indica a avaliação do módulo.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Eletricidade
Período Histórico	Séculos XVII e XVIII
Cientista(s) Envolvido(s)	Stephen Gray (1666-1736); Charles Du Fay (1698-1739)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais () Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	Este módulo foi implementado durante quatro aulas de 50 minutos, no primeiro semestre de 2013.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Disciplina de história da ciência do Departamento de Física da UFSC, para 15 alunos do bacharelado.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), este seria um experimento do tipo extensão histórica.
Referenciais Históricos	Fontes primárias (trabalhos desenvolvidos pelos cientistas, fontes secundárias (vídeos sobre os cientistas e seus experimentos) e materiais paradidáticos produzidos pela autora (texto, apresentação em slides e outros materiais para a atividade didática produzidos pelo autor).
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, baseado em Thomas Kuhn e na Transposição didática de Yves Chevallard

Ficha de Classificação - T25

Título	O conceito de espaço e a evolução das distâncias astronômicas: Construção de um material didático		
Autor	Danilo Miranda Rodrigues	Ano de Defesa	2017
Orientador	Ramachrisna Teixeira		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia	IES	USP - São Paulo
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>O conceito de espaço é um dos mais fundamentais da natureza e tem sido, ao longo da história da ciência, objeto de estudo de diversos filósofos, físicos e também astrônomos. Do ponto de vista epistemológico, este conceito foi de grande importância para algumas das mais famosas visões cosmológicas: desde a concepção aristotélica, passando pela gravitação newtoniana até a formulação da teoria geral da relatividade. Por outro lado, reconstruir a evolução das medidas de distâncias astronômicas é uma forma de abordar a própria história da Astronomia. Essa história é repleta de construções, desconstruções e mudanças de paradigmas. Tal dinamismo é um elemento instigante e motivador, mas estranhamente não se reflete, na maioria dos casos, nos livros didáticos e nas aulas de ciências como um todo. Este trabalho consiste na elaboração e na aplicação de um material didático composto por atividades e oficinas que, utilizando as muitas formas de abordar pedagogicamente o conceito de espaço, buscam estimular alunos e até mesmo professores a refletir sobre como nos relacionamos com a natureza por meio da ciência. As atividades, construídas e aplicadas, ao longo de dois anos, a alunos do nono ano do Ensino Fundamental e do primeiro ano do Ensino Médio, foram divididas segundo dois objetivos específicos. As primeiras exploraram algumas questões ainda em aberto estudadas pela física de partículas e a grande controvérsia existente durante séculos que marcou a transição da visão Geocêntrica para a Heliocêntrica no século XVI. Tais questões foram elaboradas no sentido de ressaltar o quão dinâmico é o nosso entendimento sobre a natureza. A segunda parte do trabalho de campo consistiu na elaboração e na aplicação de oficinas de determinação de distâncias astronômicas por métodos consagrados ao longo da história da ciência. O relato dos alunos e a avaliação dos resultados das oficinas nos mostraram que, de fato, os famosos experimentos reconstruídos pelos alunos durante as oficinas levaram a resultados próximos dos valores conhecidos pela literatura e, muito mais importante, revelaram o caráter dinâmico e evolutivo do conhecimento científico.</p>		
Palavras-Chave	Conceito de espaço, ensino, ciências, história da Astronomia.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Contribuir para que o debate histórico e social em torno do conceito de espaço torne-se mais presente no ambiente escolar, em oposição à atual exposição dogmática e operacional.		
Metodologia	<p>O autor elaborou algumas atividades e as aplicou a alunos da escola em que lecionava. Inicialmente os alunos leram um trecho de um livro, com intuito de confirmar as impressões de que existem questões fundamentais sobre o espaço muito pouco exploradas no ensino regular e que estão na gênese de diversas outras questões com potencial para serem exploradas. Após um contato inicial com o modelo de Demócrito e com o paradoxo da corrida, realizou um breve diálogo com a turma sobre algumas das descobertas importantes da mecânica quântica, a partir da década de 60, seguido de uma entrevista com alguns questionamentos sobre o espaço. Após algumas aulas expositivas sobre Gravitação Universal, exibiu durante as aulas o filme "Alexandria", seguido de uma discussão com os alunos</p>		

	sobre algumas cenas do filme. Em seguida realizou a construção de oficinas sobre o espaço e medidas astronômicas, com o intuito de produzir um material que possa ser explorado por professores das disciplinas de ciências da natureza. O eixo principal desta proposta busca abordar distâncias e medidas astronômicas crescentes, que permitam a reconstrução da gradual evolução do nosso conhecimento acerca do cosmos. As oficinas foram organizadas na seguinte sequência de objetivos: 1) Determinar as dimensões da Terra; 2) Determinar o valor da Unidade Astronômica; 3) Obter estimativas de algumas distâncias estelares; 4) Estimar distâncias entre galáxias.
Experimentos propostos/realizados	Experimento de Eratóstenes para estimar o raio da Terra; Experimento de Halley de determinação da medida da Unidade Astronômica; Estimativas de algumas distâncias estelares; estimar distâncias entre galáxias.
Resultados e Conclusões	A realização do trabalho revelou uma variedade de olhares sobre o espaço físico muito maior do que o autor imaginava. Seja sob o viés epistemológico ou matemático, este conceito, e muitos outros de física fundamental, ainda pode ser explorado pelas diversas propostas pedagógicas. Durante a aplicação das oficinas, o autor percebeu uma falta de autonomia da parte dos estudantes que acredita não ser somente característico daquela realidade local, mas reflexo do estado da educação brasileira: os alunos, de um modo geral, encontram dificuldades com matemática, leitura e interpretação de textos.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Astronomia - Conceito de espaço e distâncias astronômicas
Período Histórico	Desde a Grécia Antiga até o Século XX
Cientista(s) Envolvido(s)	Eratóstenes (276-194 a.C.); Nicolau Copérnico (1473-1543); Tycho Brahe (1546-1601); Johannes Kepler (1571-1630), Edmund Halley (1656-1742).
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. (X) E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	As atividades propostas foram aplicadas durante um ano letivo, com os alunos do 1º Ano do Ensino Médio. Segundo o próprio autor, ele as introduziu de forma harmônica e oportunamente no decorrer do ano, adaptando seu calendário de forma a tornar suas inserções o mais natural possível. Já a oficina foi aplicada nos anos de 2015 e 2016 e, ao todo, participaram de sua realização 112 alunos. A 1ª etapa da oficina durou 1 dia letivo. A 2ª etapa ocupou 3 aulas em outro trimestre letivo. A 3ª etapa ocupou cerca de 2 a 3 aulas e a 4ª etapa ocupou cerca de 4 aulas.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	3 turmas do 1º ano do Ensino Médio no Instituto Germinare, colégio localizado em São Paulo. E as oficinas foram aplicadas a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), alguns experimentos seriam classificados como replicação histórica, e outros seriam do tipo extensão histórica.
Referenciais Históricos	Materiais paradidáticos (manual de atividades e oficinas sobre o espaço e unidades astronômicas)
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, tendo base o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend, e a perspectiva de Thomas Kuhn

Ficha de Classificação - T26

Título	Experimento de Galileu do plano inclinado em sala de aula		
Autor	Max Luiz de Oliveira Santos	Ano de Defesa	2014
Orientador	Nelson Studart		
Programa de Pós-Graduação	Ensino de Ciências Exatas	IES	UFSCAR - São Carlos
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>Este trabalho objetiva fazer uma reprodução adaptada do experimento clássico do plano inclinado, atribuído a Galileu Galilei. A intenção é a criação de situações de aprendizagem para serem aplicadas em turmas do ensino médio, pretendendo que as mesmas possam vir a ser um elemento motivador para que estes alunos aprendam conceitos ligados à física, bem como tenham condições de melhor perceber o caráter subjetivo que existe por trás da ciência e do seu processo de construção. Pretende-se com a realização do experimento, e com o direcionamento dado às atividades, que os estudantes possam melhor visualizar o conhecimento científico como fruto de uma construção humana, bem como suas limitações intrínsecas, percebendo que este se solidifica baseado na construção de modelos e hipóteses, que são modificados com o decorrer do tempo. A discussão e averiguação das hipóteses feitas pelo grande físico, na elaboração da teoria da queda dos corpos, bem como a validade das mesmas, poderá ser fruto de ricas discussões sobre o desenvolvimento científico. Os alunos poderão discutir sobre a possibilidade da adoção e aceitação de ideias equivocadas na ciência e as implicações que as mesmas teriam para a elaboração das teorias científicas. O trabalho pretende analisar a medição dos tempos de rolamentos de esferas sobre o plano inclinado, avaliando os métodos que Galileu poderia ter utilizado para efetuá-los e suas conclusões a respeito deste tipo de movimento, bem como fazer uma releitura apresentando métodos mais modernos, como por exemplo, a medição destes tempos com o gravador de som de um microcomputador, e a posterior discussão sobre ambas as formas, confrontando aspectos históricos e modernos na elaboração da ciência. Aplicadas as atividades, finalizaremos o trabalho com os resultados do projeto, e sua conclusão, perspectivas de continuidade, avaliando a viabilidade de sua utilização como um produto educacional que possa servir como ferramenta no processo de ensino aprendizagem em nível médio e utilizado por outros professores em outros contextos.</p>		
Palavras-Chave	Experimento de Galileu. História da Ciência. Ensino de Física		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Fazer uma reconstrução adaptada do experimento clássico do plano inclinado, atribuído a Galileu. A intenção é a criação de situações de aprendizagem para serem aplicadas em turmas do ensino médio, pretendendo que as mesmas possam vir a ser um elemento motivador para que estes alunos aprendam conceitos ligados à física, e são direcionadas à compreensão de alguns conceitos de queda livre e epistemologia da ciência. Essas situações objetivam permitir aos alunos fazer questionamentos e perguntas, elaborar modelos explicativos e fazer previsões acerca do fenômeno da queda livre e do desenvolvimento do trabalho científico como um todo. Assim como ter condições de melhor perceber o caráter subjetivo que existe por trás da ciência e seu processo de construção.</p>		
Metodologia	<p>A pesquisa consistiu na reconstrução do plano inclinado, na elaboração de situações de aprendizagem e na efetiva aplicação destas, incluindo a atividade do plano inclinado de Galileu, com alunos regulares do ensino médio público. Para fazer a avaliação sobre a contribuição que este trabalho teve na aprendizagem dos alunos, o autor aplicou um levantamento prévio sobre possíveis concepções que estes possam ter sobre o fenômeno da queda livre, e depois da atividade aplicada, avaliou as possíveis mudanças nas concepções</p>		

	que estes alunos obtiveram acerca do fenômeno estudado, bem como suas impressões pessoais sobre as atividades.
Experimentos propostos/realizados	Experimento do plano inclinado de Galileu e outros experimentos sobre velocidade e aceleração dos objetos em queda livre.
Resultados e Conclusões	A análise das respostas dadas nas situações de aprendizagem, nas questões da avaliação da atividade, bem como as discussões desenvolvidas durante a aplicação das mesmas sugerem indicadores de aprendizagem efetiva durante a atividade do plano inclinado de Galileu. Os alunos perceberam a diferença entre movimento uniforme, movimento uniformemente variado e como realizar procedimentos para verificar e classificar esses dois tipos de movimento, destacando suas características principais. Eles conseguiram, ainda utilizando tais procedimentos, verificar que o movimento no plano inclinado era do tipo uniformemente variado, entrando em contato com a parte histórica deste experimento clássico, vendo como Galileu teria feito para realizá-lo, as dificuldades que ele enfrentou e conheceram ainda a controvérsia existente entre os historiadores da ciência que debateram se Galileu efetivamente fez ou não o experimento. É possível inferir que o uso da tecnologia associada com uma postura de prática de laboratório mais investigativa e a inserção de tópicos de HC foram relevantes para despertar o interesse e melhorar a compreensão dos conceitos físicos na atividade avaliada. A prática de laboratório mais investigativa por sua vez colocava-os para pensar e tentar resolver uma situação problema, o que sem dúvida torna a atividade mais dinâmica e com melhores resultados quando comparada com uma aula expositiva tradicional, sendo que o aluno tem papel principal em todo o processo. A abordagem histórica do conhecimento humaniza a figura dos cientistas tornando-os mais próximos da realidade dos estudantes. Todos esses fatores fizeram com que a atividade trouxesse resultados positivos no processo de aprendizagem.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Mecânica Clássica - Queda dos corpos
Período Histórico	Século XVII
Cientista(s) Envolvido(s)	Aristóteles (384-322 a.C.); Galileu Galilei (1564-1642)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	De Novembro de 2011 a Junho de 2012, 1 vez por semana, durante 1 hora.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Escola Estadual São Paulo, com cerca de 13 alunos, após as aulas regulares, no horário vespertino. Porém como as atividades foram iniciadas no fim de um ano letivo e reiniciadas no início do outro ano letivo, vários alunos desistiram, e apenas 6 conseguiram concluir todas as atividades previstas.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), seria um experimento do tipo replicação física, porém depois o autor o modifica e realiza outros complementares, tornando-os do tipo extensão histórica.
Referenciais Históricos	Fontes primárias do próprio Galileu; fontes secundárias, como os estudos de Alexandre Koyré, e material didático produzido pelo autor da pesquisa.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, baseado nas concepções espontâneas, a resolução de problemas e a HFC no ensino de Luiz Peduzzi, e nos novos rumos para o laboratório escolar de ciências de Borges (2002).

Ficha de Classificação - T 27

Título	História da ciência e atividades práticas: proposta para formação inicial de docentes		
Autor	Lenira Maria Nunes Sepel	Ano de Defesa	2012
Orientador	João Batista Teixeira Rocha		
Programa de Pós-Graduação	Pós graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde	IES	UFSM
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional (X) Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>O presente trabalho tem como ideia geral a associação entre atividades práticas e História da Ciência para o ensino de Ciências no Ensino Médio, considerando que essa forma de apresentação tem grande potencial para motivar os alunos para o estudo, permitir o desenvolvimento de habilidades que não podem ser atingidas com aulas teóricas e leituras e facilitar a compreensão sobre a forma de produção do conhecimento científico. A tese está dividida em duas partes, a primeira (capítulos de 1 a 3) apresenta, sob forma de artigos, as investigações realizadas sobre história da microscopia e ensino de Biologia Celular; o desenvolvimento de um microscópio simplificado para aplicação em aulas de Biologia Celular e a pesquisa sobre sugestões de aulas práticas no Portal do Professor (MEC/Brasil). Na segunda parte são apresentados textos e experimentos que compõem uma proposta de curso para formação docente, tendo como tema planejamento e execução de atividades práticas no Ensino Médio.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	Associação entre atividades práticas e História da Ciência (HC) para o ensino de Ciências no Ensino Médio, considerando que essa forma de apresentação tem grande potencial para motivar os alunos para o estudo, permitir o desenvolvimento de habilidades que não podem ser atingidas com aulas teóricas e leituras e facilitar a compreensão sobre a forma de produção do conhecimento científico.		
Metodologia	<p>A autora no 1º capítulo de sua tese desenvolveu réplicas do microscópio de Leeuwenhoek com alunos de graduação ingressantes. Essa investigação foi dividida em 4 etapas: 1) Avaliação dos conhecimentos sobre a história da microscopia e da Teoria Celular, através de questões objetivas (pré-teste); 2) sensibilização em relação a história da microscopia, através da manipulação de réplicas do microscópio de Leeuwenhoek e observação de células nesses equipamentos; 3) desafio de buscar na internet sites que apresentassem informações sobre a história dos primeiros microscopistas, apresenta ou não os resultados dessa busca para os colegas; 4) pós-teste para avaliar se a busca de informações na internet foi efetiva.</p> <p>No 2º capítulo apresenta a construção de um microscópio simplificado, utilizando lentes de leitores de CD ou DVD. No 3º, apresenta resultados da pesquisa sobre sugestões de aulas práticas no Portal do Professor do MEC.</p> <p>Na 2ª parte da tese a autora faz uma proposta de curso para formação docente sobre planejamento e execução de atividades práticas a serem trabalhadas no ensino médio. O curso possui 3 etapas: Na 1ª</p>		

	etapa do curso são definidos, de acordo com as necessidades e interesses dos participantes, os assuntos para discussão e realizadas as atividades práticas designadas como desencadeadoras. Na 2ª etapa, são planejadas e executadas atividades práticas associadas à HC e a 3ª etapa envolve a proposição de atividades práticas inovadoras com temas contemporâneos de CT.
Experimentos propostos/realizados	Reconstrução do microscópio de Leeuwenhoek. Construção de um microscópio simplificado.
Resultados e Conclusões	<p>Sobre a atividade desenvolvida no 1º capítulo, a autora concluiu que: A história da microscopia e da Teoria celular não são informações presentes de modo organizado ou não fazem parte do conhecimento prévio; O papel do microscópio no desenvolvimento da Biologia é pouco explorado; O uso de réplicas do microscópio de Leeuwenhoek foi eficiente em estimular a curiosidade tanto em relação para Biologia Celular (BC) quanto para História da Ciência (HC) e a maioria dos alunos se envolveu em pesquisas sobre esses temas; As atividades propostas com as réplicas instigaram a curiosidade sobre a manufatura, o funcionamento dos equipamentos e também despertaram o interesse sobre a evolução do conhecimento na área de BC.</p> <p>Quanto à pesquisa sobre sugestões de aulas práticas no portal do professor do MEC, a autora verificou que algumas propostas aparecem em diferentes versões e são sugeridas para aplicação em vários níveis e modalidades de ensino, cabendo ao professor “dosar o nível de aprofundamento”. Nas 504 sugestões de aulas, as atividades experimentais são raras, o que talvez seja um reflexo da pouca disposição de docentes e alunos para se envolver em projetos ou um reflexo dos grandes entraves para a realização de projetos de duração maior que uma ou duas semanas. É muito provável que a maioria dos planejamentos analisados nesse trabalho não tenha sido executada, e servem mais como fonte de inspiração aos docentes.</p> <p>Por fim a autora conclui que a HC, seja através do uso de réplicas de equipamentos, como o microscópio de Leeuwenhoek, seja através da adaptação de experimentos que representem grandes momentos de mudança no conhecimento, pode ser muito útil para o ensino dos conceitos básicos da Ciência e principalmente para a compreensão da Natureza da Ciência e uma maior motivação para a busca independente de informações. A realização de atividades práticas, independente do tipo ou formato, deve ser incentivada e a formação docente nessa área deve receber uma atenção especial, priorizando planejamentos que incluam recursos inovadores.</p>

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais () Física () Química (X) Biologia () Geral
Tema	Biologia Celular
Período Histórico	Século XVII principalmente, embora haja menções a avanços na microscopia de outros períodos posteriores.
Cientista(s) Envolvido(s)	Anton Van Leeuwenhoek (1632-1723), Robert Hooke (1635-1703)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro:

Tempo de duração das atividades propostas	A atividades desenvolvida com os alunos de graduação (capitulo 1) foram desenvolvidas em 4 etapas e provavelmente utilizaram 4 aulas (ou períodos) do 1º semestre de 2008 e 2009, durante a disciplina de BC.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	A atividade envolveu 132 alunos de graduação da UFSM, nos anos de 2008 e 2009. Para o curso proposto na 2ª etapa da Tese, sugere uma duração de ao menos 45 horas. Embora a proposta original seja para aplicação na formação inicial de docentes, há a possibilidade de ser adaptado às características e necessidades da formação docente continuada.
Tipos de Materiais propostos/realizados	()Históricos (X)Laboratoriais (X)Caseiros/baixo custo ()Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), os experimentos do 1º capítulo seriam do tipo Replicação Física, porém com elementos de uma replicação histórica adaptada (pois o aspecto do microscópio é semelhante, mas os materiais usados para construí-lo não o são), já os experimentos posteriores propostos seriam do tipo extensão histórica e complementares.
Referenciais Históricos	Fontes primárias (textos e ilustrações originais dos cientistas) e materiais didáticos produzidos pela autora.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Sócioconstrutivista, baseada na abordagem Hands-on Learning por Lumpe e Oliver (1991) e nas teorias de aprendizagem de Lev Vigotski

Ficha de Classificação - T28

Título	O efeito fotoelétrico - contribuições ao ensino de Física Contemporânea no 2º grau		
Autor	César José da Silva	Ano de Defesa	1993
Orientador	Norberto Cardoso Ferreira		
Programa de Pós-Graduação	Interunidades de Ensino de Ciências	IES	USP - São Paulo
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Este trabalho defende a introdução de conceitos de Física Moderna e Contemporânea no curso secundário. Em abordagem evolutiva, discute paradoxos que colocaram a Física Clássica em dificuldades, como a radiação do corpo negro e a quantização da energia. Chega-se, então, à explicação de efeito fotoelétrico, interpretado segundo a teoria quântica. Com a finalidade de ajudar no processo ensino-aprendizagem, buscou-se nas atividades experimentais e na interação professor-aluno, um tipo de contribuição possível deste trabalho ao ensino de Física no secundário. Para tanto, desenvolveu-se um aparelho experimental, a partir de materiais alternativos, para o estudo do efeito fotoelétrico, cujos conceitos são centrais neste trabalho. Para tornar possível esta tarefa, algumas atividades teórico-experimentais foram desenvolvidas com professores do curso secundário para testar a eficiência da metodologia escolhida e contribuir na atuação desses professores junto aos alunos.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Subsidiar o professor secundário na introdução de Física contemporânea neste nível de ensino. Além disso, visa proporcionar ao professor de 2º grau uma familiarização com conceitos de teorias que fazem parte da Física Contemporânea. Incentivar o professor a introduzir Física Contemporânea no 2º grau. Fazer com que o professor tenha acesso às técnicas experimentais simples, para o ensino de conceitos científicos profundamente elaborados. Colaborar na compreensão dos conceitos da Física do Século XX. Verificar o comportamento dos professores frente ao conhecimento produzido neste trabalho</p>		
Metodologia	<p>O autor desenvolveu aparelhos experimentais para o estudo do efeito fotoelétrico: 1º descreveu a construção uma fonte simples de radiação UV a partir de uma lâmpada de mercúrio. 2º construiu um eletroscópio tipo balança, e 3º montou um aparato para observação do efeito fotoelétrico a partir dos aparelhos anteriores. Em seguida propôs alguns experimentos, com a construção de aparelhos utilizando materiais de baixo custo. Realizou atividades de divulgação e experimentações com diferentes públicos (alunos de licenciatura de Física, professores e alunos do curso secundário). Depois, realizou a coleta de dados com os professores de ensino médio, frente ao conhecimento produzido em seu trabalho, visando detectar o que o experimento do efeito fotoelétrico faz disparar neste público. Para isso, realizou um pré-teste sobre conceitos que envolvem o efeito fotoelétrico, atividades experimentais permeadas pela discussão de conceitos deste efeito, por fim após a discussão aplicou o mesmo questionário para verificar como essas atividades poderiam interferir nas concepções dos professores, através das variações observadas nas respostas dos mesmos.</p>		
Experimentos propostos/realizados	<p>Experimentos realizados: Efeito Fotoelétrico. Também foram propostos os experimentos: Construção de um detector simples de radiação UV, Observação de fenômenos de dispersão de luz; Determinação do comprimento de onda de uma radiação; Observação de espectros de</p>		

	ondas eletromagnéticas a partir de diferentes lâmpadas; Experiência de Millikan (determinação do valor da carga “e” do elétron)
Resultados e Conclusões	Segundo o autor: Este trabalho deveria mesmo ser direcionado ao professor secundário para que ele próprio introduza conteúdos de Física Contemporânea neste nível. É perfeitamente possível a introdução de Física Contemporânea no curso secundário, tendo como estratégia principal, o experimento para demonstração do efeito fotoelétrico, com materiais simples. O experimento desenvolvido, mostrou-se eficiente, a nível introdutório, para o ensino de Física Contemporânea. Os professores previamente treinados, estariam aptos a transferir este conhecimento aos alunos do curso secundário. Outras tentativas podem e devem ser feitas, com outros tipos de lâmpada cujas frequências emitidas são desconhecidas a priori. É preciso crer para ver, ou seja, o estudante precisa colocar-se dentro do modelo para ver o que está acontecendo fisicamente, neste sentido. Segundo o autor, há uma intensa busca dos professores do ensino médio pelos conhecimentos produzidos ou que estão sendo produzidos nesta linha, o que evidencia a necessidade de uma transformação emergencial do Ensino de Física no ensino médio. E por fim o pré-teste e o teste evidenciaram a importância da interação social Vygotskiana no Ensino da Física.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Física Moderna e Contemporânea
Período Histórico	Século XIX (Final) e Início do Século XX - Física Moderna
Cientista(s) Envolvido(s)	Heinrich Hertz (1857-1894), Max Planck (1858-1947), Albert Einstein (1879-1955) e Robert Millikan (1868-1953).
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro: _____
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tempo de duração das atividades propostas	As oficinas com professores duravam um período de uma manhã ou uma tarde, por vezes se estendendo um pouco mais que este período.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	O autor realizou a divulgação e coleta de dados de seus experimentos em diversos momentos, como oficinas, painéis, mini-cursos, atividades teórico-experimentais e demonstrações com alunos e professores de ensino médio da região metropolitana de SP. Após essa fase de divulgação, as atividades teórico-experimentais foram realizadas com um grupo de 11 professores voluntários no IF-USP, ligados ao Projeto Experimentoteca-Ludoteca.
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), estes seriam experimentos do tipo complementares
Referenciais Históricos	Materiais didáticos produzidos pelo próprio autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Apesar do autor se basear na abordagem Socioconstrutivista de Vigotsky, pela descrição dos experimentos percebe-se que estes possuem uma abordagem de Redescoberta.

Ficha de Classificação - T29

Título	Uma proposta de ensino de tópicos de mecânica quântica sob a ótica de Bachelard.		
Autor	Jackson Kamphorst Leal da Silva	Ano de Defesa	2015
Orientador	Daniel Luiz Nedel		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências	IES	UNIPAMPA
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input checked="" type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>Dada a complexidade da representação do mundo microscópico e a necessária capacidade de abstração exigida na sua representação contemporânea, pretendemos com este trabalho identificar possíveis obstáculos epistemológicos que influenciaram a construção e o desenvolvimento histórico da Mecânica Quântica, bem como identificar os obstáculos epistemológicos presentes nos textos de Física Moderna e Contemporânea dos livros didáticos. Destacando as rupturas epistemológicas como uma descontinuidade que ocorre no desenvolvimento histórico e também como uma inadequação entre o saber comum e o conhecimento científico e através de uma psicanálise do conhecimento objetivo utilizada na superação dos obstáculos epistemológicos e na retificação dos erros das concepções alternativas dos alunos, pretendemos desenvolver uma sequência didática através de uma visão filosófica não realista e elaborar textos de apoio para o estudo da questão da dualidade onda-partícula através do experimento da fenda dupla para elétrons, do interferômetro Mach-Zehnder e da interação entre radiação e matéria através do efeito fotoelétrico sob a luz do postulado quântico, que são questões essenciais da Física Quântica, destacando, ainda, que na Física Quântica a observação dos fenômenos está relacionada com o fato de que a interação dos objetos atômicos e dos instrumentos de medida é parte integrante dos fenômenos quânticos (Interpretação da Complementaridade). Considerando que abordagens filosóficas, de caráter ontológico e epistemológico, podem gerar estratégias e atividades que envolvam a imaginação e a abstração necessárias para o entendimento das novas teorias incluímos neste trabalho uma breve discussão sobre o realismo científico e o antirrealismo bem como um breve relato histórico deste debate filosófico, que podem e devem ser conduzidos às salas de aula. Utilizaremos como fundamento teórico para o desenvolvimento deste trabalho a Epistemologia Histórica de Bachelard.</p>		
Palavras-Chave	Mecânica Quântica. Dualidade onda-partícula. Obstáculos epistemológicos. Conhecimento		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Elaboração e a respectiva validação de uma sequência didática com uma visão filosófica não realista e desenvolver textos de apoio sobre a dualidade onda-partícula utilizando a experiência da fenda dupla com elétrons, o interferômetro de Mach-Zehnder, e sobre a interação entre radiação e matéria através do efeito fotoelétrico sob a luz do postulado quântico (interações discretizadas), bem como, numa atitude conciliatória entre o discurso filosófico e o discurso científico, e considerando que abordagens filosóficas, de caráter ontológico e epistemológico, podem gerar estratégias e atividades que envolvam a imaginação e a abstração necessárias para o entendimento das novas teorias, o autor incluiu neste trabalho um texto de apoio para uma breve discussão sobre o realismo científico e o antirrealismo, e um breve relato histórico deste debate filosófico, que podem e devem ser conduzidos às salas de aula.</p>		
Metodologia	O autor faz uma análise dos livros didáticos de Física do PNL2012, buscando identificar os obstáculos epistemológicos presentes nos textos		

	de física moderna e contemporânea presentes nestes livros. Após isto, o autor parte para a elaboração da sequência didática (SD) e dos textos de apoio. Os dados utilizados foram obtidos previamente, durante e após a aplicação da sequência didática. Durante a aplicação da sequência didática os dados serão obtidos através de observações, demonstração dos experimentos propostos aos alunos, anotações e pela aplicação de um teste. Após uma análise quantitativa descritiva dos dados obtidos o autor pôde validar a sequência didática, bem como efetivar possíveis correções.
Experimentos propostos/realizados	Experiência da fenda dupla com elétrons; Experimento com a tábua de Galton Interferômetro Mach-Zehnder; Interação radiação eletromagnética e a matéria através do efeito fotoelétrico.
Resultados e Conclusões	A SD permitiu uma fértil discussão das filosofias no desenvolvimento científico, principalmente o debate entre o Realismo e Antirrealismo, que de uma certa maneira favoreceu o entendimento das várias Interpretações da Mecânica Quântica, destacando a Interpretação da Complementaridade. Pelos resultados o autor pôde concluir que a maioria dos alunos apresentam uma visão realista, que é a visão predominantemente no senso comum. Mas, apesar, disto, eles reconhecem que existe outras filosofias igualmente importantes. Por fim, os alunos conseguiram reconhecer a ruptura científica trazida pela mecânica quântica através da SD aplicada.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Mecânica Quântica
Período Histórico	Séculos XIX e XX
Cientista(s) Envolvido(s)	Ludwig Zehnder (1854-1949) e Ludwig Mach (1868-1951), Thomas Young (1773-1829)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	Foram desenvolvidas 7 atividades de 3 horas-aulas no 1º semestre de 2015, totalizando 21 horas aulas. Antes das atividades foi realizada uma revisão de 3 hr-aula, sobre teoremas de conservação, ondas e eletromagnetismo.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	1 turma do 3º ano do ensino médio noturno da Escola Estadual de Educação Básica Professor Justino Costa Quintana (Bagé-RS). Inicialmente a turma possuía 20 alunos, porém devido a evasão, terminou com 15 alunos.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais () Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação (X) Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta (X) Experimentos mentais
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), os experimentos propostos pelo autor na SD seriam do tipo Replicação Física.
Referenciais Históricos	Materiais pedagógicos: textos de apoio, quadro negro, data show e notebook para a apresentação de slides, bem como, para a projeção de filmes pedagógicos relacionados com os assuntos das respectivas aulas.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Apesar do autor na parte teórica do seu trabalho se basear em uma abordagem construtivista (Epistemologia Histórica de Bachelard), a SD desenvolvida possuiu um enfoque de uma abordagem de Redescoberta.

Ficha de Classificação - T 30

Título	O uso do termoscópio e da contextualização histórica na criação e aplicação de uma unidade didática para o ensino de termometria		
Autor	Jeany Eunice da Silva	Ano de Defesa	2017
Orientador	André Ferrer Pinto Martins		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática	IES	UFRN
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input checked="" type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>Ao longo das últimas décadas a área da História e Filosofia da Ciência (HFC) tem sido considerada como ferramenta importante no ensino de física, como evidenciado na literatura especializada da área de Didática das Ciências. Apesar do aumento dessas publicações, ainda é restrita a relação direta com a educação básica, o “como fazer” ainda limita ações diretas que possam de fato influenciar a construção do conhecimento no ensino de física. O presente trabalho foi desenvolvido com objetivo de construir, aplicar e avaliar uma sequência didática a partir de elementos históricos e do uso do termoscópio. A temática escolhida foi o ensino da física térmica, com a reprodução e exploração do termoscópio, instrumento de medida qualitativa de calor, utilizado por muitos estudiosos desde o século V a.C. e que se tornou equipamento importante no processo de construção dos conceitos utilizados hoje de calor e de temperatura. A utilização de experimentos com valor histórico pode ajudar a aproximar o aluno da física, contribuindo tanto para a contextualização histórica dos conhecimentos quanto para a aprendizagem de conceitos. Este produto educacional utiliza os três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) e é composto por três modelos de termoscópios, construídos com materiais de fácil acesso; três textos, sendo dois produzidos por nós e um adaptado; um roteiro para o professor; e um questionário de fixação para o aluno. O produto foi aplicado no segundo ano do ensino médio de uma escola pública de Natal/RN. Os resultados indicam que o uso do termoscópio e da HFC foi considerado uma abordagem positiva e que gerou momentos de investigação, confronto de ideias, reflexão e argumentação por parte dos alunos, possibilitando que eles percebessem que seus conhecimentos podem ser restritos até certo ponto e que é necessário aprofundar ou reorganizar o saber, reestruturando o pensamento.</p>		
Palavras-Chave	História e Filosofia da Ciência; termoscópio; ensino de física; temperatura; experimentos históricos.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Construir, aplicar e avaliar uma sequência didática (SD) a partir de elementos históricos e do uso do termoscópio, visando contribuir com o ensino de termometria.		
Metodologia	Segundo a autora, este produto educacional (Sequência Didática) utiliza os três momentos pedagógicos (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento) e é composto por três modelos de termoscópios, construídos com materiais de fácil acesso; três textos, sendo dois produzidos por nós (históricos) e um adaptado (conceitual); um roteiro para o professor; e um questionário de fixação para o aluno. A coleta de dados foi realizada através de questionários, sistematização das falas dos alunos no quadro e gravação de vídeo e áudio.		
Experimentos propostos/realizados	Construção e Exploração dos usos do Termoscópio		

Resultados e Conclusões	A autora concluiu que o piloto da sua SD foi essencial para a finalização do trabalho, pois lhe chamou a atenção para falhas e suas correções. Também se percebeu a potencialidade de alguns pontos, dando assim maior enfoque aos mesmos. Um dos pontos de potencialidade que se enxergou no piloto foi a problematização inicial. Os professores e alunos que tiveram contato com a SD elogiaram o produto e o incentivo à inserção da HFC. A opinião dos alunos acerca da abordagem histórica da física foi considerada positiva, a julgar pela participação numerosa nos encontros e pela participação nas discussões. Nas escolas, os alunos se mostraram entusiasmados e participativos, comentando com seus colegas de escola. Por fim, a autora acredita que seu trabalho possa ser um motivador de abordagens problematizadoras, que incluam o aluno na formação do seu conhecimento, como parte integrante e importante, no ambiente formal de ensino.
-------------------------	--

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Termologia - Calor e Temperatura
Período Histórico	Desde o século IV a. C. na Grécia Clássica, e chegando aos séculos XVII e XVIII, durante a revolução industrial.
Cientista(s) Envolvido(s)	JJohn Locke (1632 – 1704). Santorio Santorre (1561 – 1636), Galileu Galilei (1564-1642).
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	3 semanas, com 2 horas-aula por semana, em um total de 6 horas-aula.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Inicialmente o piloto da SD foi aplicada na Escola Estadual Zila Mamede para 25 alunos, em setembro de 2016. Após uma reestruturação, foi aplicado o produto final na Escola Estadual do Atheneu para 30 alunos, em abril de 2017. Ambas as escolas são de Natal (RN). A SD foi aplicada antes de os alunos terem contato formal com os conceitos definidos pela ciência atual de calor e de temperatura. O produto final também foi apresentado em uma mostra organizada pelo PPG, para professores e alunos do próprio PPG.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), esses experimentos seriam do tipo replicação física
Referenciais Históricos	Textos paradigmáticos organizados e produzidos pelo autor, 2 históricos e um conceitual.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, baseado nos 3 momentos pedagógicos de Delizoicov (problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento)

Ficha de Classificação - T31

Título	Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva		
Autor	Tatiana Tavares da Silva	Ano de Defesa	2013
Orientador	Maria Elice Brzezinski Prestes		
Programa de Pós-Graduação	Pós-Graduação Interunidades em	IES	USP - São Paulo
	Ensino de Ciências		
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Esta dissertação, inserida em linha de pesquisa de "História, Filosofia e Cultura no Ensino de Ciências" trabalhou com a temática replicação de experimentos históricos. A pesquisa, caracterizada por uma abordagem inclusiva da História da Ciência no ensino de Biologia foi orientada pelos seguintes objetivos: 1) desenvolver o estudo de um episódio histórico, sobre experimentos de dispersão de sementes e seu papel na teoria evolutiva de Charles Darwin, descritos no seu livro <i>A origem das espécies</i>; 2) desenvolver um estudo empírico por meio da elaboração, validação, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática; 3) promover a replicação dos experimentos de Darwin como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem da teoria de evolução dos seres vivos; e 4) promover uma abordagem reflexiva de aspectos meta-científicos, particularmente do papel da imaginação e criatividade nas etapas de investigação. O estudo do episódio histórico gerou um material que pode servir de subsídio para o professor que sinta motivado a desenvolver trabalho semelhante em sala de aula, bem como para seus próprios estudantes. Foram produzidos materiais instrucionais e utilizaram-se diferentes estratégias didáticas para a Sequência Didática. O estudo empírico foi aplicado em duas turmas de 2º ano do Ensino Médio, de uma escola particular, na cidade de São Paulo, no primeiro semestre de 2012. Entre as contribuições e desafios dessa pesquisa para a área de ensino de Ciências e História da Biologia, destacam-se: evidências de que a abordagem histórica é motivadora e facilitadora da aprendizagem; a diversidade de atividades propostas foi citada como importante para a aprendizagem e motivar os alunos a pensar sobre o problema de Darwin e elaborarem hipóteses, mas ao mesmo tempo conduzilos para que as discussões se encaminhassem para uma replicação, como Darwin fez.</p>		
Palavras-Chave	Charles Darwin, Ensino de Ciências, replicação de experimentos históricos, História da Biologia, Evolução.		
Objetivos Gerais do Trabalho	1) desenvolver o estudo de um episódio histórico, sobre experimentos de dispersão de sementes e seu papel na teoria evolutiva de Charles Darwin, descritos no seu livro <i>A origem das espécies</i> ; 2) desenvolver um estudo empírico por meio da elaboração, validação, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática (SD); 3) promover a replicação dos experimentos de Darwin como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem da teoria de evolução dos seres vivos; e 4) promover uma abordagem reflexiva de aspectos meta-científicos, particularmente do papel da imaginação e criatividade nas etapas de investigação.		
Metodologia	Após a discussão do contexto histórico, social e cultural do século XIX e discussão de aspectos da teoria de Evolução de Darwin, foram apresentados aos alunos os problemas que o naturalista se debruçou no episódio histórico escolhido para fornecer evidências sobre a origem comum dos vegetais. Após a elaboração de hipóteses pelos alunos e a leitura de textos ligados à situação-problema, os estudantes realizaram os experimentos descritos por Charles Darwin. A SD de 6 aulas teve os seguintes temas: 1ª e 2ª Aulas: Contextualização do episódio histórico. 3ª aula: Discussão sobre as cinco teorias de Darwin e elaboração de hipóteses. 4ª aula: Discussão das hipóteses e exibição do documentário. 5ª aula: Realização dos experimentos. 6ª aula: Finalização da Sequência Didática (discussões). Para coleta dos dados, foram		

	utilizados anotações da pesquisadora, produções textuais dos alunos, e um questionário, contendo sete questões abertas, respondido pela professora que aplicou a SD, que procurou identificar a percepção da docente sobre aspectos tais como as suas expectativas iniciais, as contribuições e os desafios da aplicação da SD, a comparação da realização de atividades práticas e experimentais em geral com a replicação de experimentos históricos, a avaliação da utilização da HC como estratégia de ensino e os efeitos que essa experiência acarretou para a sua prática e reflexão docente. Ao final da atividade os alunos fizeram uma síntese individual sobre a SD e as contribuições para a aprendizagem do conteúdo biológico estudado (teoria evolutiva), além de suas percepções pessoais.
Experimentos propostos	Experimentos de dispersão de sementes realizados por Darwin
Resultados e Conclusões	Pautada em uma concepção de ensino-aprendizagem guiada pela participação ativa dos estudantes, a SD forneceu evidências de que a abordagem histórica é motivadora e facilitadora da aprendizagem. A SD também permitiu a discussão de aspectos meta-científicos da construção do conhecimento científico. Os alunos relataram que se sentiram importantes em refazer os experimentos de Darwin, e perceberam que podem vir a ocupar o lugar de um cientista, algo bastante positivo para a autoestima do aluno. A autora afirma que foi notável o envolvimento dos alunos na atividade experimental porque se sentem motivados em realizar uma coisa, que de certa forma, foi proposta a eles. Porém a apresentação da linha do tempo pronta não empolgou alguns estudantes, pois não fez sentido para eles. Por fim, a autora afirma que a utilização de um episódio da História da Biologia como estratégia didática foi positiva porque contextualiza não apenas os conteúdos a serem aprendidos, mas principalmente deixa muito mais claro aspectos relacionados à Natureza da Ciência (NdC). Isso faz com que eles se sintam mais próximos aos cientistas e fiquem motivados.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais () Física () Química (X) Biologia () Geral
Tema	Teoria da Evolução de Charles Darwin
Período Histórico	Século XIX
Cientista(s) Envolvido(s)	Charles Darwin (1809-1882)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro:
Tempo de duração das atividades propostas	6 aulas de 65 minutos cada, no 1º Semestre de 2012.
Local onde foram realizadas as atividades	2 turmas de 2º ano de Ensino Médio de uma escola particular de São Paulo (Escola da Vila), com um total de 53 alunos.
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros:
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração (X) Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), e a própria autora, os experimentos realizados aqui seriam do tipo replicação física e replicação por extensão histórica.
Referenciais Históricos	Material paradidático produzido pela autora (textos de apoio à SD, questões, roteiros). Fontes secundárias (p. ex. Textos de Mayr)
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo baseado em Teaching-Learning-Sequence (TLS) por Martine Méheut e Dimitris Psillos (2004).

Ficha de Classificação - T32

Título	Uma proposta experimental controlada remotamente para uma abordagem interdisciplinar no Ensino de Matemática e Física		
Autor	Thiago Henrique dos Santos da Silva	Ano de Defesa	2016
Orientador	Marco Aurélio Alvarenga Monteiro		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado profissional em Ensino de Ciências	IES	UNIFEI
Grau de Titulação Acadêmica	() Mestrado Acadêmico (X) Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	(X) Federal () Estadual () Particular
Resumo	<p>A importância das atividades experimentais no ensino de ciências é destacada por tantas pesquisas que sua utilização no processo de ensino e de aprendizagem já é consenso na área. Contudo, esse fato não tem contribuído para que a experimentação seja uma realidade constante nas escolas brasileiras, tendo em vista, diferentes fatores: a falta de infraestrutura na maioria das escolas, o despreparo pedagógico de muitos professores para planejar e dirigir esse tipo de atividade, a falta de apoio para a realização de montagem e manutenção de equipamentos, etc. Neste trabalho, propomos o desenvolvimento e a avaliação de uma atividade experimental que pode ser controlada remotamente por qualquer usuário por meio de um computador conectado à internet. Inspirado na História da Física e da Matemática, o experimento, pode oportunizar discussões relativas tanto à conceitos matemáticos quanto físicos, facilitando uma abordagem interdisciplinar. Resultados apontam para a eficácia e precisão da atividade quanto à coleta de dados. Além disso, em relação à opinião de licenciandos e dos Professores de Física e Matemática consultados, o recurso apresenta potenciais para ser utilizado como meio para disseminar a prática experimental entre os alunos das escolas públicas que não dispõem de laboratórios.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de Física, Ensino de Matemática, experimentação, Laboratório Remoto.		
Objetivos Gerais do Trabalho	Esta pesquisa tem o intuito de construir e avaliar um experimento remoto que pode ser controlado remotamente por qualquer usuário por meio de um computador conectado à internet, e que possa contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos de Matemática e de Física.		
Metodologia	<p>Inspirado no experimento de Eratóstenes, o pesquisador propõe o desenvolvimento de um experimento controlado remotamente, desenvolvendo um aparelho que permitisse a realização de medidas indiretas. Após a montagem do aparelho, o autor realizaria a coleta de dados em 2 momentos: No 1º, testar o equipamento experimental desenvolvido, com o intuito de verificar se, de fato, ele permite realizar, de forma precisa, medidas indiretas de distância, bem como se tem valor pedagógico no processo de ensino e de aprendizagem em sala de aula. Ao final da avaliação, responderam a um questionário que os interrogou sobre suas expectativas em relação às contribuições que o recurso poderia trazer para eles quando na condição de professores. 10 desses alunos foram selecionados para serem entrevistados sobre a atividade e as questões.</p> <p>No 2º momento, o autor ouviu a opinião de professores que atuam no ensino de Física e de Matemática em escolas públicas de Guaratinguetá (SP).</p>		
Experimentos propostos/realizados	Medição do Raio da Terra por Eratóstenes, que serviu de inspiração ao produto educacional desenvolvido pelo autor da pesquisa, que não		

	explicita se utilizou ou não do experimento de Eratóstenes durante a atividade.
Resultados e Conclusões	De forma geral, tanto os alunos dos cursos de licenciatura quanto os professores já formados atribuem importância à experimentação. A divergência esteve na maneira como a experimentação seria utilizada em sala de aula e na falta de recursos nas escolas. Portanto, na visão do autor, o recurso que desenvolveu pode contribuir de maneira significativa para que as atividades experimentais possam, de fato, ocorrer em sala de aula. Para o autor, não é a atividade experimental em si que importa, mas a maneira de utilizá-la em sala de aula, pois é o professor que vai dar significado a ela perante seus alunos. Portanto é preciso que o docente esteja aparelhado física e pedagogicamente para se utilizar da experimentação. Segundo o autor, os laboratórios remotos parecem ser uma ótima maneira de contribuir com as escolas e os professores no intuito de superar o obstáculo da falta de estrutura e tempo para desenvolver experiências, promovendo a aprendizagem de conceitos matemáticos e físicos. Sobre a avaliação dos alunos e professores, o autor destaca de aspectos positivos: o potencial que dispõe de promover a interação social, de motivar os estudantes para o aprendizado, para comprometer o estudante com a busca por soluções ao problema proposto. Com relação aos aspectos negativos, o recurso desenvolvido precisa da criação de uma estrutura de apoio à aprendizagem dos estudantes e atuação do professor.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Medição da circunferência da Terra
Período Histórico	Grécia Antiga (Século III a.C.)
Cientista Envolvido	Eratóstenes (276- 194 a.C.)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio (X) Ensino Superior () Outro: _____
Tempo de duração das atividades propostas	O autor não explicita quanto tempo demorou a atividade com os alunos, porém pela sua descrição, esta foi bastante rápida, pois considerando que este é um experimento remoto, deve durar poucas horas, pelo tempo de disponibilidade do material para sua execução. Também não explicita em que momento utilizou da HFC na atividade.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	22 alunos dos cursos de Licenciatura em Física e em Matemática da UNESP/Guaratinguetá na disciplina de Didática. Posteriormente 7 professores (4 de Matemática e 3 de Física)
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais () Caseiros/baixo custo (X) Outros: TIC, p. ex. notebook, pcs, tablets...
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica (X) Remota () Redescoberta
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), este seria um experimento do tipo extensão histórica
Referenciais Históricos	Atividade paradidática desenvolvida pelo autor da pesquisa
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Construtivismo, baseado na taxonomia dos objetos educacionais de Benjamin Bloom (Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação).

Ficha de Classificação - T 33

Título	O plano inclinado de Galileu e a História da Ciência em sala de aula de ensino médio		
Autor	Reginaldo Ribeiro Soares	Ano de Defesa	2007
Orientador	Paulo de Faria Borges		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática	IES	CEFET - RJ
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa	<input checked="" type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular
Resumo	<p>Neste trabalho, desenvolvemos três textos para o ensino médio acerca da história dos movimentos - desde Aristóteles, trazendo pelas contribuições de Ptolomeu, Copérnico, Brahe, Kepler e Galileu - e uma aula experimental em que os alunos realizaram a experiência do plano inclinado de Galileu. Realizar as medidas de tempo manualmente é extremamente difícil, por isso introduzimos o microcomputador para colher dados, elaborar as tabelas de posição versus tempo e construir os respectivos gráficos. A atividade experimental é aberta, de modo que os alunos tenham oportunidade de explorar, testar e discutir soluções para todo o processo de medida, desde o uso dos sensores LDR nos sistemas de detecção até a construção dos gráficos utilizando uma planilha eletrônica. A fundamentação teórica para o desenvolvimento da proposta é a teoria cognitivista de Piaget e a teoria sócio-interacionista de Vigotski, na qual o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social, seus signos e instrumentos. Todas as atividades foram desenvolvidas para visar a uma perspectiva pedagógica moderna e testadas em sala de aula em três turmas de 1ª série do ensino médio do Colégio Agrícola Nilo Peçanha-UFF, em Pinheiral-RJ, em 2006. Com esse material conseguimos desenvolver os conteúdos de uma forma mais atrativa, com melhor envolvimento dos alunos e maior motivação por parte dos mesmos, permitindo a participação ativa na aquisição de informações e construção do conhecimento. Observamos que o microcomputador é uma boa ferramenta auxiliar no processo ensino/aprendizagem, e deveria ser visto como mais um aliado entre todos os recursos didáticos existentes, não como único e muito menos substituto do professor, a quem cabe cada vez mais o papel de orientador, estimulador e organizador de um ambiente propício para o processo de ensino/aprendizagem eficaz.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	Utilizar a história da ciência e as novas TICs para construir um procedimento didático para o ensino de Mecânica Newtoniana em geral e o ensino do princípio da inércia com o auxílio do plano inclinado de Galileu em particular		
Metodologia	Os alunos de 3 turmas foram organizados em grupos de quatro ou 5 alunos e não se permitiu que a atividade fosse realizada individualmente. Em um 1º momento (3 aulas), na sala de aula regular das turmas, os alunos receberam um texto e um questionário desenvolvidos pelo professor, baseados na História da Ciência, para subsídio da discussão e da construção de modelos mentais pelos estudantes. Em um 2º momento (3 aulas), os alunos, organizados nos mesmos grupos das atividades em sala de aula, foram levados ao laboratório para realizar medidas e testar os modelos e as conclusões produzidos nas primeiras três aulas. Para introduzir questões relativas ao processo de medição e sua confiabilidade, os alunos realizaram uma medida manual, ou seja, com cronômetro e régua, e uma medida automatizada utilizando a porta de jogos de um computador, uma resistência dependente de luz (LDR) e o sistema LOGO como software de leitura e Excel para construção de gráficos e análise. Ao		

	longo das atividades desenvolvidas, foram observados e anotados pelo professor, em uma ficha para cada grupo com os nomes dos componentes, a participação e o envolvimento dos grupos, inclusive as participações individuais dentro dos grupos. Após cada atividade, os grupos respondiam a um questionário sobre a atividade desenvolvida, em que o professor podia acompanhar o desenvolvimento cognitivo dos alunos.
Experimento proposto	Experiência do Plano inclinado de Galileu
Resultados e Conclusões	Segundo o autor os alunos alcançaram uma zona de desenvolvimento real com relação aos conceitos de inércia, de velocidade e de aceleração, e a experiência do plano inclinado realizada foi fundamental para esta acomodação, assim como a utilização do computador, para coleta de dados e posterior construção dos gráficos, facilitou todo o processo. Com o material utilizado conseguiu desenvolver os conteúdos de uma forma mais atrativa, com melhor envolvimento dos alunos e maior motivação por parte dos mesmos, permitindo a participação ativa na aquisição de informações e construção do conhecimento. Também conseguiu integrar duas abordagens que geralmente são desenvolvidas separadamente, ou seja, integrar a História da Ciência com o Laboratório Didático. Observou também que o computador é uma boa ferramenta auxiliar no processo ensino/aprendizagem, e deveria ser visto como mais um aliado entre todos os recursos didáticos existentes, não como único e muito menos substituto do professor, a quem cabe cada vez mais o papel de orientador, estimulador e organizador de um ambiente propício para o processo de ensino/aprendizagem eficaz. Por fim, o autor lembra que não foi possível a realização da experiência do pêndulo, que também pode ser realizada com aquisição automática, e que entendemos ser importante a realização desta tanto como fato histórico na evolução do pensamento de Galileu como para a aprendizagem dos alunos.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	<input type="checkbox"/> Ciências – E. F. Anos Iniciais <input type="checkbox"/> Ciências – E.F. Anos Finais <input checked="" type="checkbox"/> Física <input type="checkbox"/> Química <input type="checkbox"/> Biologia <input type="checkbox"/> Geral
Tema	Mecânica Clássica - Estudo do Movimento
Período Histórico	Desde a Antiguidade até o Renascimento no século XVII
Cientista(s) Envolvido(s)	Galileu Galilei (1564-1642)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	<input type="checkbox"/> E. F. – Anos Iniciais. <input type="checkbox"/> E.F. – Anos Finais <input checked="" type="checkbox"/> Ensino Médio <input type="checkbox"/> Ensino Superior <input type="checkbox"/> Outro: _____
Tipos de Materiais propostos/realizados	<input checked="" type="checkbox"/> Históricos <input checked="" type="checkbox"/> Laboratoriais <input type="checkbox"/> Caseiros/baixo custo <input type="checkbox"/> Outros: _____
Tipo de ação pedagógica do experimento realizado	<input checked="" type="checkbox"/> Investigação <input type="checkbox"/> Demonstração <input type="checkbox"/> Replicação histórica <input type="checkbox"/> Remota <input checked="" type="checkbox"/> Redescoberta
Tempo de duração das atividades propostas	6 aulas para cada turma, porém, em uma das aulas metade da turma ia ao laboratório e a outra ficava em sala de aula, sendo necessária mais 1 aula.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	3 turmas de alunos do 1º ano de Ensino Médio Técnico Integrado do Colégio Agrícola Nilo Peçanha da Universidade Federal Fluminense, em Pinheiral (RJ)
Tipo de Experimento histórico	Segundo Chang (2011), esse experimento seria do tipo Replicação Física
Referenciais Históricos	Materiais didáticos (apostilas) elaborados pelo autor
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Abordagem construtivista-cognitivista apoiada nas idéias de Piaget e sócio-interacionista ou socioconstrutivista de Lev Vigotski

Ficha de Classificação - T34

Título	Implementação de experimentos de Física Moderna no ensino médio: desafios, dificuldades e discussões metodológicas, da concepção a construção do produto educacional.		
Autor	Djalma Gomes de Sousa	Ano de Defesa	2018
Orientador	Nildo Loiola Dias		
Programa de Pós-Graduação	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	IES	UFC
Grau de Titulação Acadêmica	<input type="checkbox"/> Mestrado Acadêmico <input checked="" type="checkbox"/> Mestrado Profissional <input type="checkbox"/> Doutorado	Dependência Administrativa <input type="checkbox"/> Federal <input type="checkbox"/> Estadual <input type="checkbox"/> Particular	
Resumo	<p>Este trabalho apresenta o desenvolvimento do ensino de Física no Ensino médio, abordando a problemática do ensino contemporâneo sobre a prática de ensino ainda baseada em aulas expositivas, em geral descontextualizadas, que mantém a metodologia com base em rotinas de cálculos, ensinando a fazer respostas sem questionar ou elaborar as perguntas. Assim propõe uma referencialização necessária para que se diminua a distância entre o que se pensa o que se diz e o que se faz, pois existe uma necessidade de que aula vá além da aplicação da ferramenta da matemática e seja focada no arcabouço teórico da Física Contemporânea, principalmente por meio dos problemas resolvidos e de aplicação experimental e teórica nas instituições de ensino superior, mas de fácil execução no ensino médio. Por isso apresenta todas as etapas de pesquisa, construção e aplicação de um Produto Educacional, uma apostilha que apresenta de forma detalhada procedimentos de montagem e modelos de relatórios de experimentos de dois kits, um nomeado “Kit de eletricidade estática e efeito fotoelétrico”, e outro “Kit para determinação da constante de Planck”. A proposta experimental desenvolvida para estes kits traz uma introdução básica que inclui aspectos históricos – científicos bastante relevantes e apresenta as características mais importantes e fundamentais dos fenômenos que devem ser discutidas em pormenor durante a prática experimental. A apostila visa, por meio do experimento, uma maior dialogicidade com os estudantes, na intenção de vencer a dificuldade dos alunos de ensino médio com relação ao ensino de Física Moderna. Assim este trabalho avalia as implicações, problemas e desafios quanto ao uso desta nova metodologia na escola Centro de Educação de Jovens e Adultos Professora Eudes Veras (CEJA). Metodologia aplicada por meio de oficinas de Física na intenção de resolver uma distorção idade/série ainda presente nos CEJAs. Os experimentos foram construídos para estimular a elaboração de hipóteses e construção de modelos sobre os fenômenos observados, mas percebeu-se que os estudantes ainda encontram dificuldade de trabalhar sozinho, relatar suas observações e aversão ainda ao trabalho manual e de equipe. No entanto, de acordo com os resultados da prática desenvolvida com o Produto Educacional houve uma postura de maior motivação, pois o produto foi essencial em estimular o pensamento indutivo – dedutivo, que apesar do nível, os alunos conseguiram, em certa medida, descrever a ciência que está por trás dos procedimentos experimentais com os quais saíram satisfeitos.</p>		
Palavras-Chave	Ensino de Física, Física Moderna, Produto Educacional.		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>A proposta visa implementar uma metodologia experimental de ensino de Física Moderna nas escolas de ensino médio, visa também avaliar as implicações, problemas e desafios que aparecerão quanto ao uso desta nova metodologia. Este trabalho se delimita a discutir a metodologia de ensino dos CEJAs, apresentar os dispositivos regulatórios dessa metodologia de ensino, as implicações de métodos ultrapassados e a proposta de novas ações didáticas experimentais por meio da discussão de um produto educacional desenvolvido, que inclui procedimentos de montagem, modelos de relatórios de experimentos de 2 “kits”, sua aplicação na CEJA e avaliação dos resultados obtidos, para melhoria do ensino de Física</p>		

Metodologia	A pesquisa foi pautada em apresentar uma apostila com descrição da construção de 2 kits educacionais e procedimentos experimentais de Física Moderna. O 1º: “Kit experimental de eletricidade estática e efeito fotoelétrico” e o 2º: “Kit experimental para a determinação da constante de Planck. Ambos foram testados diversas vezes de modo a chegar a um produto final de boa qualidade e fácil aplicação no ensino médio. Em seguida, passou-se para a etapa de organização da Oficina de Física Moderna Experimental. A oficina foi aplicada em 2 períodos, com uma pequena introdução teórica pelo professor, seguida da aplicação das atividades experimentais utilizando os 2 kits. Depois de realizada a execução dos experimentos os alunos se reuniram para anotar os resultados e responder o questionário da prática.
Experimentos propostos/realizados	Verificação da Eletricidade Estática e do Efeito Fotoelétrico; Determinação da Constante de Planck
Resultados e Conclusões	Segundo o autor, os resultados pedagógicos apontam uma postura, mesmo que acanhada, de observação curiosa, intuição e dedução, por partes dos participantes das oficinas. Essa característica é nata de uma investigação científica inerente aquele que utiliza um método prescrito que leva a transição da cognição da observação para a indução. Porém, percebeu-se que os estudantes ainda encontram dificuldade de trabalhar em grupo, relatar suas observações e aversão ainda ao trabalho manual escrito. Finalmente, de acordo com os resultados da prática desenvolvida, houve uma postura de maior motivação e satisfação dos participantes, e o produto foi essencial em estimular o pensamento indutivo – dedutivo, que apesar do nível, os alunos conseguiram, em certa medida, descrever a ciência que está por trás dos procedimentos experimentais com os quais saíram satisfeitos.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais (X) Física () Química () Biologia () Geral
Tema	Física Moderna e Contemporânea
Período Histórico	Século XX
Cientista(s) Envolvido(s)	Max Planck (1858-1947); Albert Einstein (1879-1955)
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior (X) Outro: E. J. A.
Tempo de duração das atividades propostas	3 horas de oficina para cada um dos 2 períodos em que esta foi aplicada.
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	Centro de Educação de Jovens e Adultos (CEJA) Professora Eudes Veras, localizada em Fortaleza (CE), em 2 períodos (tarde e noite) de julho de 2018. Em um total de 19 alunos
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos () Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros: _____
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de experim.histórico	Segundo Chang (2011), estes experimentos são do tipo extensão histórica.
Referenciais Históricos	Materiais paradidáticos (apostila, roteiros, kits) elaborados pelo autor.
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	Possui uma abordagem investigativa semi-aberta, com um roteiro pré-definido, mas com questões abertas, de acordo com as ideias de Juan Ignacio Pozo (1996)

Ficha de Classificação - T35

Título	Contexto histórico e reflexões didáticas no processo de ensino/aprendizagem do conceito de equilíbrio químico		
Autor	José Carlos Verzoto	Ano de Defesa	2008
Orientador	Adriana Vitorino Rossi		
Prog. De Pós-Graduação	Pós-graduação em Química Analítica	IES	UNICAMP
Grau de Titulação Acadêmica	(X) Mestrado Acadêmico () Mestrado Profissional () Doutorado	Dependência Administrativa	() Federal (X) Estadual () Particular
Resumo	<p>Neste trabalho, o tema equilíbrio químico foi objeto de estudo sob perspectiva didática, considerando-se sua relevância em termos conceituais bem como aspectos relacionados ao processo de ensino/aprendizagem, como dificuldades apresentadas na linguagem e interpretação desse conceito apontadas na literatura e por professores do ensino médio. Neste contexto, buscou-se investigar aspectos de desenvolvimento histórico desse conceito, resgatando informações relevantes para subsidiar interpretações críticas de material didático comercial e aprimorar situações propícias ao processo de ensino/aprendizagem em sala de aula. Paralelamente, foram elaboradas 2 propostas didáticas incluindo material de apoio para o ensino de equilíbrio químico. A primeira proposta que envolveu aulas contextualizadas, demonstrações experimentais e abordagem histórica (A) foi trabalhada junto a 3 turmas de estudantes (81 participantes) da 3ª série em 2007, enquanto a outra proposta (B) limitou-se a aspectos teóricos tradicionais e foi aplicada a 9 turmas (236 estudantes) da 2ª e 3ª série em 2006 e 1 (33 estudantes) da 3ª série, em 2007, todas do ensino médio. Utilizando-se de questionários e entrevistas, foram investigadas impressões prévias e pós-aulas desses estudantes sobre questões envolvendo o conceito de equilíbrio químico. Os resultados desta investigação indicaram vantagens no processo de ensino/aprendizagem na aplicação da proposta A, que incluiu situações que oportunizaram o professor problematizar teorias empiristas através da demonstração experimental e da discussão de construção do conhecimento científico sob um olhar histórico, viabilizando desta forma, assim uma abordagem dinâmica da Ciência. Apesar dessa proposta demandar alguns esforços adicionais por parte do professor, principalmente no que diz respeito à realização das demonstrações experimentais e discussão de aspectos históricos, os resultados alcançados são compensadores.</p>		
Palavras-Chave	Não há		
Objetivos Gerais do Trabalho	<p>Investigar problemas de ensino/aprendizagem dos estudantes do ensino médio, relacionados com o conceito de equilíbrio químico. Foram consideradas algumas propostas teóricas relacionadas ao processo de aprendizagem e algumas estratégias de ensino que visam facilitar o processo de aprendizagem. Nesse sentido os objetivos gerais são: Identificar aspectos problemáticos do processo de ensino/aprendizagem; diagnosticar deficiências de aprendizagem e buscar fatores que minimizam problemas motivacionais, visando favorecer o processo de ensino/aprendizagem;</p>		
Metodologia	<p>O trabalho foi desenvolvido em 2 etapas. No 1º momento foi utilizado um material didático diferente em cada escola, porém sem abordagem de aspectos históricos e experimentais. Esta etapa de trabalho teve como objetivo investigar o aprimoramento da aprendizagem dos estudantes a partir de aulas teóricas tradicionais com os três professores. No 2º momento do trabalho, em 2007, elaborou 2 propostas didáticas, A e B, envolvendo o conceito de equilíbrio químico. Na proposta A, foram incluídas aulas com demonstrações experimentais e discussões baseadas em fatos históricos envolvendo o conceito de equilíbrio químico, enquanto na proposta B limitou-se à discussão de aspectos teóricos tradicionais. No 2º momento envolveu estudantes e professor de uma única escola, teve por objetivo investigar o impacto da utilização do material didático A, proposto neste trabalho, como estratégia de</p>		

	aprimoramento do processo de ensino/aprendizagem, comparando a aprendizagem das turmas de estudantes desta proposta com a proposta B. Durante o processo de ensino/aprendizagem, foram aplicados questionários de opinião para investigar conhecimentos prévios e pós-aulas. Também foram realizadas entrevistas com grupos de estudantes voluntários. Aos professores, aplicou-se um questionário específico para conhecer a sua opinião sobre o processo de ensino/aprendizagem dos conceitos em questão.
Experimentos propostos/realizados	Identificando Reações Químicas; Fatores que influenciam a velocidade de Reações Químicas; Preparo de indicadores naturais de pH
Resultados e Conclusões	Concluiu-se que a proposta de aulas contextualizadas motivou os estudantes da proposta A e favoreceu a aprendizagem. Isto não aconteceu com os estudantes da proposta B. Além disso, os estudantes A atribuíram uma importância relevante à discussão de aspectos históricos e à utilização de demonstrações experimentais. Observou-se também um incremento significativo de acertos em questões conceituais da proposta A sobre B, indicando a favorável contribuição da inserção da HC e da experimentação no processo de ensino/aprendizagem. Impressões dos professores também foram investigadas e os resultados indicaram que, apesar de admitirem que as aulas teóricas associadas às aulas experimentais facilitam o processo de ensino/aprendizagem, os mesmos contentam-se em obter dos estudantes respostas corretas nos exercícios, indicando maior preocupação com a aprendizagem mecânica. O resgate dos estudos originais sobre o conceito de equilíbrio químico possibilitou identificar influências nas mudanças conceituais temporais a partir da inserção da HC, e a motivação das demonstrações experimentais representam importante fator facilitador da aprendizagem.

Descritores Específicos / Base Educacional

Área	() Ciências – E. F. Anos Iniciais () Ciências – E.F. Anos Finais () Física (X) Química () Biologia () Geral
Tema	Equilíbrio Químico e Cinética Química
Período Histórico	O autor abrange boa parte da história da química, iniciando no século VI a.C (Grécia Antiga), passando a idade média (Séc. XII e XIII) Renascimento (Séculos XVI e XVII), Início da própria química (Séc. XVIII e XIX), até chegar ao Século XX.
Cientista(s) Envolvido(s)	Joseph Proust (1754-1826); Ludwig Wilhelmy (1812-1864); Henri Louis Le Châtelier (1850-1936), Wilhelm Ostwald (1853-1932).
Nível de ensino dos alunos envolvidos	() E. F. – Anos Iniciais. () E.F. – Anos Finais (X) Ensino Médio () Ensino Superior () Outro:
Tempo de duração das atividades propostas	2 a 3 meses, com 2 a 4 aulas por semana dependendo da escola, com duração de 50 minutos cada aula
Local onde foram propostas/realizadas as atividades	1º momento (2006): 9 turmas da 2ª e 3ª série do ensino médio de 4 escolas: 1 da rede particular de Tatuí (SP) e 3 escolas públicas: 2 de Cerquilha e 1 de Tietê. Total de 236 alunos. No 2º momento, em 2007: 4 turmas de estudantes da 3ª série do ensino médio de 1 escola pública de Cerquilha. Total de 114 alunos
Tipos de Materiais propostos/realizados	() Históricos (X) Laboratoriais (X) Caseiros/baixo custo () Outros:
Tipos de ações pedagógicas propostas nos experimentos	() Investigação () Demonstração () Replicação histórica () Remota (X) Redescoberta
Tipo de Experim. Histórico	Segundo Chang (2011), seriam do tipo Extensão histórica e complementares
Referenciais Históricos	Textos paradidáticos (Roteiros) produzidos pelo autor da pesquisa
Tipo(s) de abordagem pedagógica(s)	O material elaborado foi baseado na linha de aprendizagem de abordagem construtivista, porém sem se ater a um autor específico.

APÊNDICE 5

Dados dos cientistas citados nos trabalhos (n = 55)

Cientistas presentes em mais de um trabalho (n=14)	Cientistas presentes em apenas 1 trabalho (n=41)
Galileu Galilei (1564-1642), presente em 8 trabalhos)	Nicolau Copérnico (1473-1543)
Hans Christian Ørsted (1777-1851), presente em 5 trabalhos)	Heinrich Hertz (1857-1894)
Michael Faraday (1791-1867), presente em 4 trabalhos.	André-Marie Ampère (1775-1836)
Isaac Newton (1643-1727), presente em 4 trabalhos.	Philip Lenard (1862-1947)
Albert Einstein (1879-1955), presente em 4 trabalhos	Evangelista Torricelli (1608-1647)
Aristóteles (385-323 a.C.), presente em 3 trabalhos	Tales de Mileto (546 a.C.)
Johannes Kepler (1571-1630), presente em 3 trabalhos	James Maxwell (1831-1879)
Max Planck (1858-1947), presente em 2 trabalhos.	Georg Simon Ohm (1789-1854)
Eratóstenes (276-194 a.C.), presente em 2 trabalhos	Charles Bonnet (1720-1793)
Ludwig Mach (1868-1951), presente em 2 trabalhos	Abraham Trembley (1710-1784)
Ludwig Zehnder (1854-1949) presente em 2 trabalhos	Joseph Priestley (1733-1804)
Alessandro Volta (1745-1827) presente em 2 trabalhos	Jan Ingenhousz (1730-1799)
Charles Coulomb (1736-1806), presente em 2 trabalhos	Jean Senebier (1742-1809)
Stephen Gray (1666-1736), presente em 2 trabalhos	Antoine Lavoisier (1743-1794)
	Alberto Santos Dumont (1873-1932)
	François Arago (1786-1853)
	Nikola Tesla (1856-1943)
	William Herschel (1738-1822)
	Oliver Lodge (1851-1940)
	Jean Henri Fabre (1823-1915)
	Lazaro Spallanzani (1729-1799)
	Pitágoras (570-495 a.C.)
	Vincenzo Galilei (1520-1591)
	Robert Hooke (1635-1703)
	Antoni Van Leuwenhoek (1632-1723)
	Frances Hauksbee (1660-1713)
	Robert Millikan (1868-1953)
	Thomas Young (1773-1829)
	Luigi Galvani (1737-1798)
	Joseph Black (1728-1799)
	Stephen Gray (1666-1736)
	Charles Du Fay (1698-1739)
	Joseph Proust (1754-1826)
	Ludwig Wilhelmy (1812-1864)
	Henri Le Châtelier (1850-1936)
	Santorio Santorre (1561-1636)
	Charles Darwin (1809-1882)
	John Locke (1632-1704)
	Marin Mersenne (1558-1648)
	Edmund Halley (1656-1742)
	Wilhelm Ostwald (1853-1932)

APÊNDICE 6

Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências de acordo com o Tempo de Duração das atividades propostas.

Tempo de duração das atividades propostas	Código do(s) Trabalho(s)	Nº de Trabalhos e porcentagem (%)
De algumas horas a 1 mês	T04, T05, T08, T10, T13, T16, T28, T30, T32, T33, T34	11 (31,4%)
De 1 a 2 meses	T02, T03, T06, T09, T11, T12, T14, T15, T18, T20, T23, T24, T29, T31, T35	15 (42,9%)
De 3 a 6 meses	T01, T17, T26, T27	4 (11,4%)
Ao longo de todo um ano letivo	T22, T25	2 (5,7%)
Não especificado/ Indeterminado	T07, T19, T21	4 (8,6%)

APÊNDICE 7

Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências de acordo com os Tipos de Materiais utilizados nas atividades propostas/realizadas.

Tipo de materiais utilizados nas atividades	Código do(s) Trabalho(s)	Nº de Trabalhos e porcentagem (%)
Caseiros ou de baixo custo	T02, T03, T04, T05, T07, T09, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T6, T18, T19, T22, T23, T24, T25, 26, T27, T28, T30, T31, T34, T35	26 (74,3%)
Laboratoriais	T01, T06, T08, T16, T17, T18, T19, T20, T23, T25, T26, T27, T28, T29, T32, T33, T35	17(48,6%)
Históricos	T06, T08, T22, T33	4 (11,4%)
Outros	T20, T21, T32, T33	4 (11,4%)

Obs: O número de trabalhos para os tipos de materiais ultrapassa o total de 35 trabalhos porque várias das pesquisas utilizaram mais de um tipo de material em suas propostas didáticas.

Fonte: Elaboração própria

APÊNDICE 8

Distribuição das 35 dissertações e teses sobre Experimentação e História da Ciência no Ensino das Ciências, de acordo com o Tipo de abordagem pedagógica das atividades.

Tipo de Abordagem Pedagógica	Código do(s) Trabalho(s)	Número de Trabalhos e porcentagem (%)
TRADICIONAL	---	0 (0%)
TECNICISTA	---	0 (0%)
REDESCOBERTA	T14, T15, T17, T28, T29	5 (14,3%)
CONSTRUTIVISTA ou SOCIOCONSTRUTIVISTA	T01, T02, T03, T04, T05, T06, T07, T09, T11, T12, T13, T20, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T30, T31, T32, T33, T34, T35	24 (68,6%)
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS)	T08, T16, T18, T19, T21	5 (14,3%)
SOCIOCULTURAL	T10	1 (2,8%)

APÊNDICE 9
Referenciais teóricos citados nos trabalhos (n = 28)

Autores presentes em mais de um trabalho (n=10)	Autores presentes em apenas 1 trabalho (n=18)
David Ausubel: 7 Trabalhos Gaston Bachelard: 7 trabalhos Lev Vigotsky: 5 trabalhos Jean Piaget: 4 trabalhos Thomas Kuhn: 4 trabalhos Douglas Allchin: 3 trabalhos Paulo Freire: 3 trabalhos Meheut e Psillos: 2 trabalhos Laurence Bardin: 2 trabalhos Delizoicov e Angotti: 2 trabalhos	Alberto Villani Carl Rogers Bruno Latour Van Den Akker Eduardo Mortimer Michael Matthews Karl Popper Johnson Laird Paul Feyerabend Arthur Stinner Dermeval Saviani Brown e Collins (DBR) Ryan e Deci Juan Ignacio Pozo Benjamin Bloom Lumpe e Oliver Luis Peduzzi Yves Chevallard