

Pesquisas Nacionais a Respeito de Experimentos Históricos: Uma Revisão de Literatura

National Research Concerning Historical Experiments: A Literature Review

Márcia da Costa

Universidade Estadual de Londrina
marciarscosta@hotmail.com

Andréia Hornes Macedo

Universidade Estadual de Londrina
andreiahornes@yahoo.com.br

Irinéa de Lourdes Batista

Universidade Estadual de Londrina
Irinea2009@gmail.com

Resumo

Este trabalho faz parte de uma pesquisa que investiga o uso de Simulações Computacionais de Experimentos Históricos de Física de Partículas e consiste em apresentar parte dos resultados de uma revisão de literatura a respeito de Experimentos Históricos no Ensino de Física, com foco nas produções científicas de periódicos nacionais e internacionais, teses, dissertações e eventos científicos representativos para o Ensino de Física. Porém, devido a extensão permitida para este trabalho, aqui serão apresentados os dados referentes às produções científicas registradas em eventos científicos e teses e dissertações. Foram identificadas 20 publicações, das quais a maioria propõe ou testa uma abordagem didática com uso de experimentos históricos, porém são poucos os trabalhos que apresentam um aporte teórico metodológico em aprendizagem e didática, bem como são escassos os trabalhos que investigam a simulação computacional de experimentos históricos e conteúdos científicos relacionados à Física Moderna.

Palavras chave: Experimentos Históricos, Ensino de Física, História e Filosofia da Ciência, Revisão de Literatura.

Abstract

This work is part of a research that investigates the use of Computational Simulations of Historical Experiments of Particle Physics and consists of presenting part of the results of a literature review about Historical Experiments in Physics Teaching, focusing on the scientific productions of periodicals national and international, theses, dissertations and representative scientific events for the Teaching of Physics. However, I divide the allowed extension for this

work, here will be presented the data referring to the scientific productions recorded in scientific events and theses and dissertations. Twenty publications have been identified, most of which propose or test a didactic approach with the use of historical experiments, but few studies present a theoretical methodological contribution in learning and didactics, as well as few studies investigating the computational simulation of experiments historical and scientific contents related to Modern Physics.

Key words: Historical Experiments, Teaching of Physics, History and Philosophy of Science, Literature Review.

Introdução

A Experimentação e a História da Ciência (HC), são reconhecidas como abordagens que podem promover estímulos, motivação, desafios e com isso aprimorar o ensino e aprendizagem de ciências, especialmente na Física. Partindo de pressupostos diferentes, ambas as abordagens têm o mesmo objetivo: tornar as aulas de ciências em ambientes que promovam a aprendizagem de ciências de forma não mecânica, promovendo a argumentação e a participação dos alunos. Assim, os experimentos históricos podem ser considerados como uma oportunidade para associar os benefícios da HC e das atividades experimentais em sala de aula. Essa combinação tem a vantagem de envolver tanto os estudantes que se interessam pelos relatos históricos como aqueles que preferem as atividades experimentais (SOUZA et al., 2014).

Por experimento histórico, deve-se entender “toda e qualquer tentativa bem-sucedida em estabelecer um marco de referência conceitual e/ou metodológica na definição e/ou solução de um determinado problema específico” (RIBEIRO JR. et al., 2012, p.4602). Também pode ser interpretado como experiências que surgem a partir do estudo da Ciência do passado (CHANG, 2011).

Para ter uma noção da variedade de esforços na experimentação histórica, existem dois tipos que podem se qualificar como “replicação” (reprodução, repetição, recriação ou reencenação), que são distinguidos uns dos outros por Höttecke (2000). Um deles se preocupa com a reprodução mais fiel possível de um instrumento histórico, enquanto que o outro dá ênfase para a reprodução fiel dos fenômenos físicos alcançados pelo experimento. Assim, os aparatos experimentais não são reproduzidos com tanta meticulosidade quanto no caso anterior, mas reproduzem os princípios físicos originais.

Além dessas duas tipologias, há na literatura outras ênfases ao abordar os experimentos históricos, por exemplo: *Simulação Computacional de Experimentos Históricos*: Bevilacqua et al. (1990), Ribeiro Jr. et al. (2012), Paula (2006), Costa e Batista (2017); *Experimentos Complementares*: Chang (2011); *Experimentos Históricos e Museus de Ciências*: Heering e Muller (2002); Pantano e Talas (2010); *Experimentos Abertos*: Kipinis (1996); *Representações Históricas*: Metz e Stinner (2007); *Reconstruções Epistemológicas*: Koponen e Mantyla (2006).

Independente da estratégia escolhida, a reprodução de experimentos históricos, segundo Souza et al. (2014), apresenta várias possibilidades de exploração de perspectivas epistemológicas e metodológicas, pois o processo de reconstrução do experimento, o levantamento de hipóteses, as propostas elaboradas para resolver os problemas, bem como a análise dos resultados obtidos, mostram a complexidade do conhecimento científico e o papel dos experimentos. Assim, a História da Ciência com seu legado experimental, sondados como recursos educacionais podem combater a fragmentação do conhecimento científico.

Além disso, segundo Kipinis (1996), os alunos demonstram satisfação ao obterem resultados apresentados pelos cientistas do passado e perceberem que são capazes de repetir os passos desses cientistas. Eles também se consolam com histórias de vezes em que os cientistas falharam na escolha de variáveis e procedimentos, mostrando o lado humano do processo.

Com base nesses argumentos, e resultados de investigações anteriores, acredita-se que essa seja uma estratégia frutífera para a inserção de HC e experimentação no Ensino de Física, promovendo a compreensão de conteúdos científicos, noções de Natureza da Ciência e a contextualização no processo de aprendizagem.

Este trabalho faz parte de uma revisão de literatura que teve como base produções científicas de periódicos nacionais e internacionais, teses, dissertações e eventos científicos representativos para o Ensino de Física, visando contribuir com pesquisas futuras em Ensino de Física, indicando um panorama geral das publicações a respeito dessa temática, bem como as lacunas a serem investigadas. Porém, como não seria possível apresentar uma análise detalhada de todas as publicações, em virtude da extensão desse trabalho, optou-se por apresentar os resultados referentes as teses, dissertações e atas de eventos.

Metodologia

A busca pelas publicações foi feita nas atas dos seguintes eventos científicos: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, por meio das palavras-chave, experimentos históricos e instrumentos históricos.

Na tentativa de obter o maior número possível de trabalhos, não foi estipulado um período de tempo. Assim, a busca pelas produções científicas foi realizada nas atas de todas as edições dos eventos científicos analisados e em toda a base de dados do Catálogo de Teses e Dissertações.

Para identificar o foco dominante das pesquisas e as lacunas existentes foram elaboradas unidades temáticas, a luz da análise de conteúdo de Bardin (1977).

Resultados e Discussões

Foram registrados 20 trabalhos a respeito da temática, dos quais 6 são do Catálogo de Teses e Dissertações e 14 são das atas dos eventos. Eles foram classificados em 4 Unidades Temáticas (UT), de acordo com o foco de suas investigações.

UT1: Registros que tratam teoricamente o tema experimentos históricos, ou um experimento histórico específico: Paula e Laranjeiras (2005), Gonzales e Caluzi (2018), Costa e Batista (2017), Gomes et al. (2011).

UT2: Apresentam a reconstrução/replicação de um experimento histórico e/ou uma proposta didática a respeito: Freitas e Freire Jr. (2003), Paula (2006), Kitagawa e Gaspar (2011), Medeiros e Monteiro Jr. (2001), Paulino e Melo (2017), Boss (2011).

UT3: Apresentam a reconstrução/replicação de um experimento histórico e evidenciam resultados de sala de aula: Barros et al. (2017), Boss, et al. (2012), Freitas e Barros (2015), Freitas e Freire Jr. (2005), Quintal e Guerra (2009), Duque (2009), Quintal (2008), Vaz (2017), Rocha (2018).

UT4: Investigam a opinião dos alunos em relação ao uso de experimentos históricos:
Takahashi et al. (2013).

Ao analisar as unidades percebe-se que a maioria dos trabalhos se concentra em apresentar uma proposta didática (15), porém somente 9 deles apresentam a proposta e resultados de aplicação em sala de aula e apenas 6 citam referenciais de teorias de aprendizagem ou de didática. Isso demonstra uma lacuna nessas pesquisas, pois os referenciais teóricos metodológicos deveriam alicerçar a maioria das investigações, principalmente ao tratar de abordagens didáticas.

Em relação aos conteúdos científicos discutidos nos trabalhos, a maioria discutiu assuntos relacionados ao Eletromagnetismo (9), Plano Inclinado (4), Termodinâmica (1), Ótica (1), Som (1) e Radiação Infravermelha (1), os demais ou eram teóricos ou não citaram os conteúdos abordados. Indicando uma tendência dos trabalhos relacionados ao Eletromagnetismo e a Física Clássica e uma lacuna no que se refere a investigações de tópicos de Física Moderna.

O fato de investigar experimentos históricos não exige, especificamente, que os experimentos sejam antigos, pois de acordo com a definição dada por Ribeiro Jr. et al. (2012), as experiências que estabeleceram um marco de referência conceitual e/ou metodológica são vistas como experimentos históricos. Assim, experimentos de Física Moderna podem ser explorados dentro dessa perspectiva, com a possibilidade de contribuir para o ensino dos conceitos dessa disciplina, que por si só já exige abordagens diferenciadas.

Em relação à forma como os experimentos históricos foram abordados nos artigos, foi possível identificar 3 tipos diferentes de utilização: *Simulação computacional de experimentos históricos*: Paula (2006), Costa e Batista (2017); *Reconstrução de experimentos históricos com materiais modernos ou de baixo custo*: Duque (2009), Quintal (2008), Boss et al. (2012), Rocha (2018), Barros et al. (2017), Freitas e Barros (2015), Kitagawa e Gaspar (2011); *Replicação histórica, o mais próximo possível do original*: Oliveira e Silva (2014), Santos et al. (2012), Freitas e Freire Jr. (2003), Freitas e Freire Jr. (2005), Medeiros e Monteiro Jr. (2001). Na descrição dos demais trabalhos não foi possível identificar a maneira como utilizaram os experimentos históricos em suas abordagens.

Dessas diferentes formas de abordar os experimentos históricos, percebe-se que as replicações históricas e as reconstruções históricas com instrumentos modernos ou de baixo custo são as mais investigadas pela literatura, principalmente as elaborações com materiais alternativos e de baixo custo, uma vez que a reprodução fiel dos experimentos não é uma tarefa trivial devido a fatores que vão desde a disponibilidade de material a habilidades artesanais (Höttecke, 2000; Chang, 2011).

Uma das alternativas perante a dificuldade da replicação dos experimentos, além da elaboração com materiais alternativos, é a simulação computacional de experimentos históricos (Costa; Batista, 2017). No entanto, dentre as investigações estudadas, somente duas delas abordam detalhes dessa estratégia, o que sugere a necessidade de futuras investigações a respeito dessa temática, dada as implicações positivas da utilização de experimentos históricos e de ferramentas computacionais para aprimorar o ensino de Física.

Em relação aos trabalhos teóricos (UT1), três deles abordaram teoricamente um experimento e um deles apresentou uma revisão de literatura. Embora os dados referentes às publicações em periódicos nacionais e internacionais não tenham sido exibidos neste trabalho, percebe-se que nesses casos as investigações teóricas são mais expressivas, enquanto que as publicações de teses, dissertações e anais de eventos são mais concentradas nas investigações empíricas.

O trabalho da UT4 investigou as noções de alunos de Ensino Médio a respeito do uso de experimentos históricos, cujos resultados indicam que os alunos demonstram interesse nesse tipo de atividade.

Resumindo os resultados das investigações analisadas, as abordagens teóricas e práticas centradas na História e Filosofia da Ciência e experimentação oferecem subsídios relevantes para a prática pedagógica dos professores e para a aprendizagem dos alunos.

Considerações

A partir da revisão de literatura realizada pode-se mapear as produções científicas a respeito do uso de experimentos históricos, presentes no banco de teses e dissertações e atas de eventos científicos representativos para o Ensino de Física. Isso possibilitou que se identificasse as tendências e lacunas dessas investigações, podendo contribuir com futuras investigações a respeito dessa temática.

Percebeu-se que a maioria das pesquisas aborda conteúdos científicos relacionados a Física Clássica e tratam da replicação de experimentos utilizando materiais alternativos ou o mais fiel possível aos experimentos originais. Esses resultados sugerem a necessidade de futuras investigações a respeito de conteúdos de Física Moderna, bem como a exploração de estratégias diferenciadas, como a simulação computacional de experimentos históricos, que pode resolver dificuldades da reprodução real dos experimentos e ainda aliar as ferramentas computacionais para o ensino de Física.

O número de trabalhos identificados, no geral, ainda é pequeno, considerando que não foi estipulado um intervalo de tempo mínimo e que a amostra investigada é numerosa. O que sugere que novas pesquisas devem investigar propostas didáticas nas quais as diferentes estratégias de uso dos experimentos históricos possam ser testadas, a fim de que as possibilidades e limitações dessas abordagens sejam identificadas e possam contribuir com o Ensino de Ciências.

Agradecimentos e apoios

Esse trabalho foi financiado pela agência de fomento CAPES.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARROS, N. R.; et al. O “experimento crucial” das cores de Newton e algumas contribuições no processo de formação de professores de Física. **Atas do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Carlos, 2017.

BEVILACQUA et al. Computer simulation and historical experiments. **Eur. J. Phys.** v.11, p. 15-24, 1990.

BOSS et al. Textos históricos e experimentos - a construção de subsunçores para aprendizagem significativa de conceitos de eletrostática no ensino médio. **Atas do XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, 2012.

BOSS, S. L.B. **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, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

CHANG, H. How Historical Experiments Can Improve Scientific Knowledge and Science Education: The Cases of Boiling Water and Electrochemistry. **Science & Education**, v.20, p. 317–341, 2011.

COSTA, M. BATISTA, I. L. Experimentos históricos no ensino de física: revisão sistemática de publicações científicas. **Atas do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Carlos, 2017.

DUQUE, E. R. **História da ciência e o uso da instrumentação: construção de aparato histórico científico simples como estratégia de ensino**. Dissertação de Mestrado, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2009.

FREITAS, B. A. BARROS, M. A. apropriação do conceito de campo magnético a partir do experimento histórico de Oersted. **Atas do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Uberlândia, 2015.

FREITAS, F. H. FREIRE JR. O. O Plano Inclinado Galileano: Uma Experiência em Sala de Aula. **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Curitiba, 2003.

FREITAS, F. H. FREIRE JR. O. O Plano Inclinado Galileano: Uma Experiência em Sala de Aula. **Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Rio de Janeiro, 2005.

GOMES, J. L. A. M. C. et al. Temperatura e Teorias sobre a Natureza do Calor: Um Projeto de Aplicação da História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Física. **Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Campinas, 2011.

GONZALES, E. G. CALUZI, J. J. O papel do experimento na epistemologia de Ludwig Fleck: o motor de Ampère. **Atas do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Campos do Jordão, 2018.

HEERING, P., MULLER, F. Cultures of Experimental Practice – An Approach in a Museum. **Science & Education**, v.11, n. 2, p. 203–214, 2002.

HÖTTECKE, D. How and What Can We Learn From Replicating Historical Experiments? A Case Study. **Science & Education**. v.9, Issue 4, p.343-362, 2000.

KIPNIS, N. The ‘historical-investigative’ approach to teaching science. **Science & Education**, v.5, n.3, 277292, 1996.

KITAGAWA, M. S. GASPAR, M. B. O experimento de herschel na descoberta da radiação infravermelha: a utilização de fontes primárias no ensino de física. **Atas do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Manaus, 2011.

KOPONEN, I. T.; MANTYLA T. Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. **Science & Education** v.15, p.31–54, 2006.

MEDEIROS, A.; MONTEIRO Jr, F. N. A reconstrução de experimentos históricos como uma ferramenta heurística no ensino de Física. **Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, 2001.

METZ, D.; STINNER, A. A role for historical experiments: capturing the spirit of the itinerant lecturers of the 18th century. **Science & Education**, v. 16, n.6, p.613–624, 2007.

PANTANO, O. TALAS, A. Physics thematic paths: laboratorial activities and historical scientific instruments. **Physics Education** v.45, n.2, p.140-146, 2010.

PAULA, R. C. O. LARANJEIRAS, C.C. O uso de experimentos históricos no ensino de física: um resgate da dimensão histórica da ciência a partir da experimentação. **Atas do V**

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru, 2005.

PAULA, R. C. O. **O uso de experimentos históricos no ensino de física: integrando as dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PAULINO, G. O. MELO, W. S. O experimento demonstrativo de Oliver Lodge no ensino do eletromagnetismo no ensino médio. **Atas do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Carlos, 2017.

PINHEIRO, R. V. **Sentidos e significados de eletromagnetismo: a relação entre eletricidade e magnetismo situados em uma perspectiva histórica compreendida no período de 1820 a 1831.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

QUINTAL, J. R. **Física na história: um caminho em direção à aprendizagem significativa.** Dissertação de Mestrado, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2008

QUINTAL, J. R. GUERRA, A. G. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória, 2009.

RIBEIRO JR. et al. Simulação de Experimentos Históricos no Ensino de Física: Uma Abordagem Computacional das Dimensões Histórica e Empírica da Ciência na Sala de Aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012.

ROCHA, L. P. **A replicação de experimentos históricos como estratégia para o ensino de ciências naturais no ensino fundamental'** 2018. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

SOUZA et al. James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.36, n.3, 2014.

TAKAHASHI, Y. P. et al. Opiniões e expectativas de estudantes do ensino médio sobre experimentos históricos na disciplina de física. **Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, São Paulo, 2013.