

Levantamento de pesquisas sobre experimentação no ensino de química por meio de abordagens histórico-filosóficas em 20 anos de ENPEC

Kaíza Martins Porto de Hollanda Cavalcanti^{1*}, Glória Regina Pessoa Campello Queiroz²

¹Professora do Instituto Federal do Rio de Janeiro, Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. ²Professora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Rio de Janeiro, Brasil. *kaiza.cavalcanti@ifrj.edu.br

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 22/09/2021

Publicado em: 08/10/2021

RESUMO

Pesquisas realizadas na área de ensino de ciências têm apontado preocupação com uma educação científica voltada para formação de cidadãos reflexivos e críticos e a necessidade de um ensino sobre as ciências que inclua a natureza da ciência. Vem sendo reconhecida academicamente a contribuição da história e filosofia da ciência no ensino de química bem como o uso das atividades experimentais e do laboratório didático que tragam uma abordagem sobre a construção do conhecimento científico nas relações com a sociedade. Assim, analisamos todos os trabalhos que foram apresentados nas 10 edições do ENPEC, de 1997 até 2017, buscando aqueles que abordassem atividades experimentais de química por uma perspectiva histórico-filosófica ou atividades que remontassem a experimentos históricos. A busca foi realizada pela leitura das palavras-chave, títulos e resumos dos trabalhos. Foram encontrados apenas 5 trabalhos. Esse resultado demonstra que esse campo ainda é pouco explorado pelos pesquisadores e professores de química.

Palavras-chave: Ensino de química. Experimentação. História. Filosofia da ciência.

Survey of research on experimentation in chemistry teaching through historical-philosophical approaches in 20 years of ENPEC

ABSTRACT

Research carried out in the field of science education has shown concern with scientific education aimed at training reflective and critical citizens and the need for teaching about science that includes the nature of science. The contribution of the history and philosophy of science in the teaching of chemistry has been academically recognized, as well as the use of experimental activities and the didactic laboratory that bring an approach to the construction of scientific knowledge in relations with society. Thus, we analyzed all the works that were presented in the 10 editions of ENPEC, from 1997 to 2017, looking for those that approached experimental activities in chemistry from a historical-philosophical perspective or activities that went back to historical experiments. The search was performed by reading the keywords, titles and abstracts of the works. Only 5 jobs were found. This result demonstrates that this field is still little explored by researchers and chemistry teachers.

Keywords: Chemistry teaching. Experimentation. History. Philosophy of science.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as pesquisas realizadas na área de Ensino de Ciências têm apontado para a preocupação com uma educação científica para a formação de cidadãos mais reflexivos e críticos e para a necessidade da inclusão nos currículos do ensino sobre as ciências de aspectos sobre a natureza da ciência. Um entendimento mais profundo de como o conhecimento científico é construído vem demonstrando ser uma estratégia pedagógica a se fazer uso para tornar os estudantes mais conscientes sobre as mais diversas questões sociocientíficas (FORATO et al., 2011, ALLCHIN, 2011, LEDERMAN, 2007). A abordagem histórico-filosófica tem apresentado um potencial para se discutir aspectos sobre o desenvolvimento do conhecimento científico e suas relações com aspectos sociais de todas as épocas, ou seja, como o conhecimento científico foi produzido, validado e comunicado e as suas relações históricas, filosóficas e sociológicas (McCOMAS, 2008; ACEVEDO DIAZ, 2010). Concordamos com Moura e Guerra (2016) que a utilização da História e da Filosofia da Ciência (HFC) seria uma alternativa para o ensino, com o objetivo de apresentar a ciência como construção humana situada historicamente, devem auxiliar o enquadramento ao problema/investigação, possibilitando um maior entendimento do processo epistemológico do conhecimento científico.

Além das pesquisas que vêm demonstrando a importância de se incluir abordagens histórico-filosóficas, também encontramos na literatura da área de Ensino de Ciências, principalmente nas décadas mais recentes, inúmeras investigações a respeito da importância das Atividades Experimentais no Ensino das Ciências da Natureza. Essas pesquisas vêm investigando e registrando considerações importantes sobre os objetivos didáticos e concepções epistemológicas de tais atividades, suas reformulações com perspectivas mais atuais e adequadas a epistemologias não positivistas, suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem, assim como suas limitações e carências quando utilizadas como estratégias de ensino. Autores como Hodson (1994) e Zanon e Silva (2000), dentre outros, discutem estes aspectos em suas pesquisas salientando os limites e as possibilidades para a utilização dessas atividades na prática docente. O uso de experimentos históricos nos quais pretende-se trabalhar o desenvolvimento histórico da ciência por meio da reprodução e discussão de aspectos da natureza da ciência também vem sendo objeto de investigações importantes (HEERING, 2015; SOUZA et al., 2014).

O ENPEC é um encontro promovido pela ABRAPEC – Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências – que é bianual e teve início em 1997 completando 20 anos em 2017. Nosso objetivo principal nessa primeira busca foi o de pesquisar especificamente a existência de trabalhos que abordavam as atividades experimentais de química por uma perspectiva histórica e filosófica ou experimentos históricos de química nos quais por meio da sua realização e discussão pretendeu-se trabalhar aspectos da natureza da ciência. Levantamos o que tem sido produzido e comunicado por educadores e pesquisadores de química em todas as 10 edições do ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.

As atividades experimentais são práticas em geral vistas positivamente como importantes e até mesmo indispensáveis tanto pelos professores de ciências quanto por seus alunos. Dificilmente as práticas experimentais não são bem recebidas por algum desses sujeitos. Os alunos gostam de observar as cores e suas mudanças durante as reações químicas, ver sair fumaça, ver choques e até algumas pequenas explosões. Os professores apreciam o “ensinar na prática”, como é dito por eles em muitos dos trabalhos da área. Em sua grande maioria, todos gostam de experimentos lúdicos, vivos e cativantes!

Contudo, gostar de realizar tais atividades não necessariamente leva os professores e estudantes a utilizá-las ou compreendê-las adequadamente, isto é, coerente com correntes epistemológicas e pedagógicas aceitas na atualidade. Questões importantes para uma compreensão adequada sobre essas atividades nem sempre são colocadas pelos professores como: “Qual o papel didático da atividade experimental?” ou “De que maneira esse experimento contribui para o processo de ensino-aprendizagem?” Como, em geral, há pouca reflexão crítica sobre os objetivos e fundamentos pedagógicos dessas práticas, quase sempre encontramos concepções simplistas ou parciais tais como: “Devemos usar a experimentação porque a Química é uma ciência experimental” ou “Devemos fazer experimentos para cativar os alunos” (SOUZA et al., 2013).

As atividades experimentais de ciências realizadas com fins didáticos sempre estiveram em discussão na Educação em Ciências, sob diferentes perspectivas. O papel do laboratório, seus propósitos e sua efetividade em contribuir para a aprendizagem de Ciências têm sido o foco de um debate constante com uma longa história (WHITE, 1996; HODSON, 1988; SERÉ, 2002). No entanto, parece haver um consenso entre

pesquisadores em educação em ciências de que as atividades práticas têm focalizado demais, e quase exclusivamente, na preparação de aparatos experimentais e na realização de medidas, restando pouco tempo para pensar, analisar e debater sobre os resultados encontrados, os fenômenos observados e as ideias que fazem parte da prática experimental (HODSON, 1988). Essa orientação tem consequências sobre as aprendizagens que resultam da realização de tais atividades.

A concepção disseminada e fortemente aceita de que as atividades experimentais apresentam um papel fundamental na aprendizagem de ciências não é acompanhada de argumentos sobre como estas preencheriam tal papel e, assim, uma importante relação se perde: o objetivo de cada atividade e o que tem sido realmente feito dentro do laboratório é pouco compreendido, o que contribui para torná-lo extremamente improdutivo. Pesquisadores de relevância da área como Lazarowitz e Tamir (1994) realizaram uma ampla revisão bibliográfica sobre as atividades experimentais em laboratório didático entre 1957 e 1990 e concluíram que ainda há ausência de uma base empírica para se definir a importância do laboratório no ensino e quais os meios para se obter essa relevância.

Estudos (GONZÁLEZ, 1992; BORGES, 2002) evidenciam as falhas dessas atividades, apontando que, com raras exceções: (i) as atividades servem para verificar alguma lei científica ou algo já conhecido pelos estudantes; (ii) muito tempo é gasto com atividades básicas, com experimentos muito simples; (iii) há ausências de aspectos fundamentais, como a explicitação das hipóteses formuladas; (iv) não se discute com os estudantes a natureza das atividades práticas. Isso frequentemente reforça a concepção de que atividades práticas não podem "falhar"; (v) gasta-se muito tempo na coleta de dados e em cálculos secundários e (vi) os roteiros chamados "livros de receita" freiam a iniciativa e a curiosidade do aluno, inibindo seu pensamento próprio. Assim, o laboratório didático chamado de "tradicional" ou "hands-on", resulta em aprendizagens muito aquém daquelas expectativas mais otimistas das últimas décadas. Nele, os estudantes se limitam geralmente a coletar dados sem compreender o sentido de suas ações (ROYCHOUDHURY; ROTH, 1996), bem como o porquê dos resultados obtidos. Ao longo do tempo, ele acaba se transformando em mais uma rotina, por não apresentar desafios aos estudantes.

Diversos autores vêm propondo um maior grau de abertura das atividades práticas para uma participação mais ativa dos alunos. O grau de abertura das atividades

práticas pode ser caracterizado de várias formas, sendo uma delas o sistema de quatro categorias desenvolvido por Herron (MILLAR et al., 2002), baseado no nível de controle que o estudante possui sobre o experimento. Nas atividades do Nível 0, o objetivo, o procedimento e até mesmo a conclusão são fornecidos pelo professor ou pelo roteiro. No Nível 1, somente a conclusão fica a cargo do aluno. No Nível 2, apenas o problema é proposto ao aluno e, finalmente, no Nível 3, o aluno é responsável, também, pela identificação de um problema interessante para a investigação. Em atividades desses últimos níveis, o aluno planeja a atividade, formula hipóteses, define os procedimentos, coleta e analisa os dados, discute os resultados e obtêm uma conclusão. De forma geral, tais aberturas possuem extremos que são, por um lado, atividades ou problemas completamente bem definidos, onde há uma resposta que pode ser obtida através de aplicação de alguns procedimentos já especificados na definição do problema, e de outro, problemas ou situações completamente abertas.

Levantamentos apontam que há uma utilização excessiva de atividades de Nível 0 e 1 (GOMES et al., 1999). Há, e deve haver, espaço para atividades que se resumem apenas a verificação, mas é necessário dosá-las no conjunto oferecido aos estudantes. Currículos em que predominam atividades dos níveis 0 e 1 pouco contribuem para promover uma melhor compreensão conceitual das principais ideias envolvidas nas atividades e, também, para aproximar a atividade dos estudantes às atividades de fazer Ciência e conhecer sobre os processos e meios do desenvolvimento científico. Como consequência, os estudantes frequentemente desenvolvem imagens de que a Ciência é um conjunto de conhecimentos verdadeiros, rígidos e imutáveis, confirmados experimentalmente e descobertos por pessoas geniais. Além disso, desenvolvem um entendimento de que aprender Ciências significa aprender a aplicar fórmulas e raciocínios propostos em aula ou em livros para chegar às respostas corretas.

As atividades experimentais de ciências que abordam o experimento por uma perspectiva histórica e filosófica ou desenvolve experimentos históricos ao trabalharem aspectos do desenvolvimento histórico da ciência (HEERING, 2015; SOUZA et al., 2014) podem contribuir para uma compreensão mais adequada e atual sobre a Ciência. Atividades experimentais com tais abordagens podem trazer reflexões para o aluno de como a ciência se desenvolve porque o insere no contexto histórico de como e quando tais conceitos e fenômenos foram construídos, compreendidos e aceitos pelos cientistas e pela comunidade acadêmica e científica. Acreditamos que tais formas de desenvolver

o trabalho prático, com contextualização histórica e fundamentação filosófica, podem auxiliar no desenvolvimento de uma visão de ciência como construção humana, complexa e em andamento, (CAVALCANTI; QUEIROZ, 2016).

Conforme Chang (2011), experimentos históricos seriam “aqueles que surgem a partir do estudo da ciência do passado”. Eles podem incluir a reprodução fiel de antigos aparatos experimentais (replicação histórica), a reprodução dos fenômenos físicos focalizados em antigos experimentos (replicação física) e o que ele chama de experimentos de extensão. Esses últimos, aos quais o autor atribui grande relevância, seriam idealizados no passado e que apontariam para questões científicas que ainda não foram suficientemente analisadas. Um exemplo seria a influência do material e do formato do recipiente na temperatura de ebulição da água, a qual foi registrada por estudiosos do passado e abandonada pela ciência atual. Para o autor, o estudo de tais experimentos promoveria até mesmo avanço do conhecimento científico atual. De fato, essas ideias de Chang (2011) são bastante desafiadoras, assim como sua defesa do valor educativo da replicação tanto história quanto física de experimentos do passado.

Defendemos, assim como Beltran et al., (2014) que a realização de atividades experimentais históricas ou com abordagens histórico-filosóficas no ensino de química, favoreçam o desenvolvimento da visão de ciência como construção humana historicamente contextualizada. É fato que experimentos foram muito utilizados como forma de argumentação, nas origens da ciência moderna e, em muitos casos, serviam para defender concepções contraditórias (SAITO, 2014). Assim, enfatizar esse aspecto dos experimentos históricos pode contribuir para que os estudantes tenham uma nova perspectiva do fazer ciência, diferente da tão criticada concepção empírico-indutivista (BELTRAN et al., 2014). Acreditamos que as atividades promovidas nos laboratórios didáticos devam ser diversificadas e balanceadas, estimulando o desenvolvimento dos alunos e o pensamento crítico situado historicamente e fundamentado epistemologicamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Adotamos como critério para a escolha do ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências) o fato de ser um encontro nacional relevante de professores e pesquisadores da área de Ensino de Ciências que apresenta como proposta subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade, suscitando debates e

reflexões sobre o ensino e a aprendizagem. O fato de seus anais estarem disponíveis online, de forma pública, gratuita e digital, também facilitou o acesso e a formação do *corpus* da pesquisa.

Para a constituição do *corpus* a ser investigado, foram selecionados trabalhos nas modalidades oral e pôster da página *online* da ABRAPEC (Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências) que disponibiliza todos os anais de todos os ENPEC já realizados que somam um total de 10 edições durante os últimos 20 anos, de 1997 até 2017. As palavras-chaves atividade experimental, experimento, experimentação, laboratório, laboratório didático e atividade prática foram utilizadas na ferramenta de busca *online* como forma de primeira identificação dos trabalhos. Dentre os trabalhos encontrados, realizamos a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos e, quando necessário, em caso de dúvidas, a leitura do trabalho completo, o que ocorreu em poucas ocasiões. Tais termos sendo encontrados, verificamos se estavam relacionados à pesquisa na área de química ou em outras áreas das ciências da natureza, como biologia ou física. Os trabalhos que não fossem de química eram automaticamente descartados da pesquisa. Em seguida, procurávamos alguma relação entre atividade experimental, laboratório didático ou experimento de química com história e filosofia da ciência ou natureza da ciência, sendo esses os trabalhos considerados para a pesquisa.

Como nas primeiras edições do encontro não havia um número muito grande de trabalhos, encontravam-se em torno de 200, a ausência da ferramenta de busca *online* até o IV ENPEC não foi uma barreira para a investigação, uma vez que também foi encontrado um pequeno número de trabalhos relacionado às aulas práticas. A partir do V ENPEC o número de submissões cresce consideravelmente, mas a ferramenta de busca *online* já está presente nos anais dessas edições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentamos a tabela 1, a seguir, com informações sobre essa primeira etapa da pesquisa que contém o levantamento dos principais dados: a edição e o ano do encontro; o número de trabalhos aceitos pelo evento, tanto no formato oral como pôster e o número de trabalhos de atividades experimentais de química que relatavam uma proposta ou o desenvolvimento de um experimento por meio de uma abordagem histórico-filosófica ou de um experimento histórico de química.

Tabela 1: Trabalhos de atividade experimental de Química dos últimos 20 anos do ENPEC com abordagem histórico-filosófica

EDIÇÃO do ENPEC	ANO	Número de trabalhos aprovados em cada edição do ENPEC	Número de trabalhos de AE de química com abordagem histórica-filosófica
I ENPEC	1997	128	0
II ENPEC	1999	163	0
III ENPEC	2001	233	0
IV ENPEC	2003	451	1
V ENPEC	2005	739	0
VI ENPEC	2007	669	1
VII ENPEC	2009	723	0
VIII ENPEC	2011	1235	0
IX ENPEC	2013	1260	1
X ENPEC	2015	1272	2
XI ENPEC	2017	1335	0

Consideramos relevante essa primeira etapa da investigação uma vez que percebemos que o número de trabalhos pesquisados é muito pequeno e cresce pouco no decorrer das edições apesar do número total de trabalhos aumentar significativamente. Podemos concluir, nesse primeiro momento, que de acordo com o que foi comunicado pelos professores e pesquisadores de química através dos ENPEC, as atividades práticas de química com abordagens histórico-filosóficas não é um objeto de pesquisa ainda consolidado. A maior parte dos trabalhos em química se refere a pesquisas acerca da concepção sobre a ciência de professores e alunos ou de aulas práticas propostas em livros didáticos sobre visões deformadas da ciência.

Esse objetivo de pesquisa pode ser encontrado, por exemplo, no III ENPEC (2001) com os trabalhos “Como os alunos e professores entendem o propósito de uma atividade de laboratório” e “Investigando as concepções de experimentação de alunos do curso de licenciatura plena em química da PUCRS” que enfocam na questão das visões de natureza da ciência na realização de uma atividade experimental de química. Apesar dos trabalhos abordarem o ensino experimental de química e as visões sobre o mesmo, não propõem nenhuma atividade que faça uma relação com a história e filosofia da ciência. O mesmo ocorre no II ENPEC com o trabalho “O papel da experimentação no ensino de ciências” e no IV ENPEC com o trabalho “Reflexões sobre a natureza da ciência sobre um curso de formação de professores”.

Um encontro a se destacar é o V ENPEC (2005) que se sobressai aos demais encontros pelo número de trabalhos relativos ao ensino experimental de química. Nessa edição encontramos onze trabalhos publicados que, em sua grande maioria, focam em propostas de trabalhos práticos de laboratório e estratégias de ensino por meio do trabalho experimental de química. Como exemplo de trabalhos que propõem atividades experimentais de química, podemos destacar os seguintes: “Teor de vitamina C em sucos de frutas: proposta de uma atividade experimental” e “Resolução de problemas e atividades práticas de laboratório: articulação possível”. O trabalho “Aspectos da cultura científica numa atividade de laboratório aberto” é um dos que têm como objetivo investigar as compreensões sobre a ciência de alunos e professores.

No VIII ENPEC, realizado em 2011, apesar do expressivo número de comunicações do evento que chegou a 1235, não encontramos nenhum trabalho que relacionou o ensino prático de química e a história e filosofia das ciências, entretanto, é fundamental destacar a variedade de objetivos dos trabalhos que envolvem as atividades experimentais de química. Destacamos aqui algumas comunicações: “Influências do PIBID na formação dos estudantes de Química da Universidade Federal de Ouro Preto”, “Encontros e desencontros com a experimentação no Ensino de Ciências” e “Análise da prática pedagógica de professoras de química em atividades experimentais no ensino médio”. Como não foi o propósito da nossa pesquisa categorizar tais trabalhos, mas sim encontrar quais aqueles que se relacionavam o ensino experimental de química com a história e filosofia da ciência, apenas destacaremos alguns exemplos.

Os trabalhos que descrevem uma abordagem de história e filosofia da ciência em uma atividade experimental ou um experimento de química histórico o fazem de forma clara, no seu título e em seu resumo, como encontramos de forma mais expressiva e relevante no X ENPEC: “História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química” e “Buscando discutir História da Ciência por meio de atividades investigativas no âmbito da formação inicial de professores”.

O trabalho “História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química” discute resultados iniciais de um projeto baseado em uma intervenção com licenciando de química. Segundo os próprios autores “*A finalidade é argumentar acerca das hipóteses elaboradas por licenciandos, a partir de uma situação problema exposta*”.

pelo seu formador, e algumas das estratégias dadas pelos graduandos”. Os autores propõem que durante as atividades, os estudantes deveriam formular hipóteses e buscar experimentos a fim de planejar oficinas a serem desenvolvidas na educação básica (DOS REIS et al., 2015)

Vale ressaltar o importante trabalho para essa área de Maria Helena Roxo Beltran (2015) publicado no X ENPEC “Buscando discutir História da Ciência por meio de atividades investigativas no âmbito da formação inicial de professores” que traz um estudo teórico que busca analisar algumas relações entre concepções pedagógicas e tendências historiográficas em história da ciência focando o papel dos experimentos no ensino na formação de visões de ciência entre os estudantes. Segundo a própria autora “*Focalizaremos especialmente as tendências manifestadas no ensino de química no Brasil, desde a configuração do ensino médio nas primeiras décadas do século passado.*” (BELTRAN, 2015).

Vale ressaltar que o encontro, em suas primeiras edições não era dividido em sessões, entretanto a partir de sua V edição passa a ser e ainda assim não conta com uma seção exclusiva para comunicações sobre as atividades experimentais ou experimentação, entretanto passa a contar com uma de História, Filosofia e Sociologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontramos um número muito pequeno de pesquisas divulgadas através dos ENPEC acerca de atividades experimentais de química com abordagens histórico-filosóficas. O encontro se avolumou com o aumento do número de trabalhos submetidos e aprovados significativamente nos últimos 10 anos, entretanto o interesse dos pesquisadores e professores de química em publicar sobre pesquisas que façam uma relação entre o laboratório didático de química e história e a filosofia da ciência não pareceu ter se mostrado relevante ou consolidado.

Como essa é apenas a primeira parte de uma ampla revisão bibliográfica que se pretende realizar sobre o tema, consideramos que pode haver uma concentração de trabalhos com essa temática nas revistas e encontros mais específicos da área de Ensino de Química. Foi possível, apesar de não ter sido quantificado, perceber maior interesse pelos pesquisadores das áreas de física e de biologia. Assim, pretendemos na próxima etapa focar em uma revisão na Revista Química Nova na Escola, que é uma literatura

conhecida e utilizada por professores de química e que tem duas sessões exclusivas sobre “experimentação” e “história e filosofia da ciência”.

O estudo das atividades experimentais no ensino de química ainda representa uma área fundamental nas pesquisas em educação e ensino de ciências. As propostas de interface entre história e filosofia da ciência e o laboratório didático no ensino de química, como com abordagens específicas ou até mesmo com a replicação de experimentos históricos vem sendo debatida mesmo que em pequenos núcleos de pesquisa ou ainda com pouca representação. Pelos resultados encontrados, pode-se concluir que o uso de atividades experimentais no ensino de química, sobre a química e a ciência, nas suas abordagens históricas, nos apresenta como uma área de pesquisa a ser explorada e um grande desafio a ser enfrentado. Esperamos que esse trabalho contribua para mostrar um caminho que possa ainda ser explorado com elaboração de propostas bem fundamentadas em tendências pedagógicas e perspectivas historiográficas.

Dessa forma, por meio desta pesquisa defendemos a necessidade de uma ampla revisão bibliográfica para identificar os trabalhos que vêm sendo publicados acerca das atividades experimentais de química com abordagens histórico-filosóficas ou experimentos históricos de química para o uso no ensino de química. Pretendemos realizar essa revisão ampla na produção bibliográfica brasileira das últimas décadas em periódicos pertencentes à área de Ensino e nos Anais de congressos e encontros de maior relevância no país. Acreditamos que trabalhos como esse podem trazer à luz peculiaridades a respeito do assunto, apontar possíveis tendências relativas a essa área de pesquisa e revelar lacunas que poderão ser objetos de futuras investigações.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A. Formación del profesorado de Ciencias y Enseñanza de la naturaleza de la Ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v. 7, n. 3, 2010.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, v.95, n.3, p.518–542, 2011.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. S. Paulo: Livraria da Física/Capes/Obeduc, 2014.

BELTRAN, M., H., R. História da ciência e ensino no laboratório: considerações sobre experimentação, visão de ciência e replicação de experimentos históricos no ensino de química. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 10, 2015.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CAVALCANTI, K. M.; CAMPELLO, G. R. P. Visões de professores e alunos do ensino médio profissionalizante sobre a ciência e as atividades experimentais. **História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces**, v. 16, p. 3-17, 2016.

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.

DOS REIS, N. A.; DE OLIVEIRA, C., B., A.; DA SILVA, E L. Buscando discutir História da Ciência por meio de atividades investigativas no âmbito da formação inicial de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015. Águas de Lindoia. **Anais...**, Águas de Lindoia: ENPEC, v. 10, 2015.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 3, p. 25-748, 2016.

SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza 2013.

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

GOMES, A. D. T.; SILVA, M. V. D.; BORGES, A. T.; BORGES, O. N. Formação e desenvolvimento das habilidades relativas ao processo de investigação científica mediado por sensores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999. Valinhos. **Atas...**, Valinhos: ABRAPEC, 1999.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, 2006.

HEERING, P. Make-Keep-Use: Bringing Historical Instruments into the Classroom. **Interchange**, v. 46, n. 1, p. 5–18, 2015.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 13, p. 299-313, 1994.

LAZAROWITZ, R.; TAMIR, P. Research on using laboratory instruction in science. **Handbook of research on science teaching and learning**, p. 94-130, 1994.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: Past, present, and future. In S.K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), **Handbook of Research on Science Education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831–879, 2007.

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249–263, 2008.

MILLAR, R.; TIBERGHIE, A.; LE MARÉCHAL, J. F. Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In: **Teaching and learning in the science laboratory**. Springer, Dordrecht, 2002. p. 9-20.

ROYCHOUDHURY, A.; ROTH, W. M. Interactions in an open inquiry physics laboratory **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 4, p. 423-445, 1996.

SAITO, F. **As experiências relativas ao vazio de Blaise Pascal**. São Paulo: Livraria da Física/Capes, 2014.

SÉRE, M. La enseñanza en el laboratorio. Que podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 357-368, 2002.

SOUZA, R. S.; SILVA, A. P. B.; ARAUJO, T. S. James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 3309.1-3309.9, 2014.

ZANON, L. B.; SILVA, L. H. A. A Experimentação no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. de. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: Capes/Unimep, 2000 p. 120-153.