

Reflexões Sobre a Função e as Contribuições da Experimentação no Ensino de Ciências

Reflections on the Role and Contributions of Experimentation in Science Education

Kátia Guerchi Gonzales^a; Eliéverson Guerchi Gonzales^b; José Sabino^c; Robson Fleming Ribeiro^{*b}

^aUniversidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação para a Ciência. Bauru, SP.

^bUniversidade Anhanguera-Uniderp

^cUniversidade Anhanguera-Uniderp, Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional.

*E-mail: robsonfleming@yahoo.com.br

Resumo

Esta investigação teve como intuito abordar o tema da experimentação e seu *locus* no ensino de Ciências, principalmente no que diz respeito à aprendizagem no ensino de Ciências. O estudo analisou a produção de pesquisadores sobre a experimentação, procurando identificar e compreender aspectos e perspectivas que têm sido destacados nas pesquisas, observando os desafios, dificuldades, superações e os ganhos de trabalhar com atividades experimentais no ensino. A pesquisa analisou um conjunto representativo de 46 artigos publicados em quatro periódicos com estrato *Qualis/Capes* A1 e A2, durante o período de 1996 a 2014. A análise da realização das aulas experimentais quanto ao ambiente, foi dividida em três categorias: laboratórios didáticos, laboratórios remotos e locais diversos. A pesquisa identificou que as práticas experimentais apresentam maior tendência de ser realizada em laboratórios didáticos e que as publicações sobre a prática experimental nas aulas de Ciências não seguem um padrão contínuo, ou seja, há variações, em termos quantitativos, de ano para ano. Outro dado identificado foi que a maioria dos trabalhos está vinculada a pesquisas realizadas no ensino médio e analisa a experimentação com base em referenciais de aprendizagem.

Palavras-chave: Laboratório Didático. Laboratório Remoto. Atividade Experimental. Aprendizado de Ciências.

Abstract

*This research had as objective to address the subject of experimentation and its locus in science education, especially with regard to learning in science education. The study analyzed the production of researchers about the experimentation, seeking to identify and understand aspects and perspectives that have been highlighted in the polls, noting the challenges, difficulties, overruns and gains from working with experimental activities in teaching. The research analysed a representative set of 46 articles published in four periodicals with stratum *Qualis Capes* A1 and A2, during the period of 1996 to 2014. The analysis of carrying out the experimental classes about the environment, was divided into three categories: teaching labs, remote labs and various locations. The research identified that experimental practices have a higher tendency to be held in didactic laboratories and that the publications on the experimental practice in science classes do not follow a continuous pattern, in other words, there are variations, in quantitative terms, from year to year. Another data identified was that most of the works is linked to the research conducted in high school and analyzes the experimentation based on learning benchmarks.*

Keywords: *Didactic Laboratory. Remote Lab. Experimental Activity. Science Learning.*

1 Introdução

Desde Aristóteles, a experimentação está relacionada com a ideia de que se acreditava que homens têm, por natureza, o desejo de conhecer. Assim, ao explorar os modos de conhecer o mundo, a experiência ganha destaque, levando à ideia de sujeito empírico (PESSANHA, 1984). Ao serem inseridas no contexto escolar, as atividades experimentais tinham por objetivo aprimorar a aprendizagem do conteúdo científico, visto que os alunos aprendiam os conteúdos mas tinham dificuldade em aplicá-los e relacioná-los com o mundo real (CARMO; CARVALHO, 2009).

Na atualidade não é diferente e a utilização de atividades experimentais em sala de aula, em laboratórios, ou até mesmo em espaços não formais de ensino, são consideradas essenciais para a aprendizagem científica, principalmente no ensino de Ciências (GIORDAN, 1999; HODSON, 1988; ROSITO,

2003).

Carmo e Carvalho (2009) argumentam que as atividades experimentais teriam que contribuir para o desenvolvimento de atitudes e destrezas cognitivas de elevado nível intelectual e não apenas no desenvolvimento de habilidades manipulativas e/ou técnicas instrumentais.

Por esse prisma, de acordo Krasilchik (2005), as aulas idealizadas de ciências, baseadas nos estudos especializados em que se lança mão da experimentação, deveriam despertar e manter o interesse dos alunos; envolvê-los em investigações científicas; desenvolver a capacidade de resolver problemas; compreender conceitos básicos; formular, elaborar métodos para investigar e resolver problemas individualmente ou em grupo; analisar cuidadosamente os resultados e significados de pesquisas, voltando a investigar quando ocorrem eventuais contradições conceituais; compreender as limitações do uso de um pequeno número de observações para gerar conhecimento

científico e compreender as funções que exercem na ciência, como são elaboradas e testadas as hipóteses e teorias; além de permitir que os alunos tenham contato direto com os fenômenos manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos.

Essas ideias corroboram com a análise perspicaz e pertinente de Takahashi e Cardoso (2012), que evidenciam que a experimentação desenvolve as capacidades de: verificação de hipóteses, compreensão de um problema, simplificação e modelagem de problemas, formulação de hipóteses, elaboração de resultados, entre outros.

Nesse sentido, a experimentação não deve ser tratada pelos professores em apenas uma vertente, na qual busca-se por meio da prática a comprovação da teoria, fazendo com que os alunos apenas encarem essas atividades como mera manipulação. Nesse sentido, Rosito (2003) ressalta que abordar o tema da experimentação remete às concepções do professor sobre o que ensina, o que significa aprender, o que é ciência. Com isto, o papel atribuído à experimentação adquire diferentes significados.

Em leitura análoga, Hodson (1994) concebe que o ensino experimental necessita provocar mais reflexão do que trabalho prático. O fato é que a experimentação desperta grande interesse em alunos nos mais diversos níveis de ensino. Não é raro encontrar relatos na literatura em que os alunos atribuem à experimentação um caráter lúdico e estimulante, que provoca, incentiva e motiva a busca e o interesse pelo ensino, uma vez que tais experimentos estão relacionados diretamente com os sentidos. Do mesmo modo, muitos docentes que lançam mão da experimentação, ressaltam que esta proporciona o aumento da capacidade de aprendizagem, uma vez que envolve o aluno diretamente com os temas em estudo (GIORDAN, 1999). Porém, nenhuma atividade experimental garante, por ela mesma, a obtenção dos resultados almejados no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, este artigo tem como objetivo debater e refletir sobre o papel da experimentação nos processos de ensino e aprendizagem com base em publicações sobre o tema.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

Na busca de compreender os estudos que tomam a prática experimental como estratégia de ensino, foram analisados artigos específicos da área de ensino de Ciências. Foram selecionados quatro periódicos brasileiros com base na classificação de produção intelectual feita pela Capes. Esses periódicos são classificados como *Qualis A1* e *Qualis A2*. Os periódicos que fazem parte desta investigação são: “Ciência e Educação”, “Investigações em Ensino de Ciências”, “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências” e “Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências”. Como critério para a seleção dos artigos, pesquisamos os títulos e as palavras-chave dos artigos que continham as seguintes expressões:

experimentação, atividade experimental e trabalho prático.

As palavras-chave selecionadas neste trabalho devem-se à leitura prévia do texto *O ensino de Ciências e a Experimentação* (ROSITO, 2003), que trata dos conceitos de experiência, experimento e atividade prática. No entendimento da autora, a experiência se adquire por meio de um conjunto de vivências. Adicionalmente, o conceito de experimento refere-se a um ensaio científico com o propósito de verificar um fenômeno físico. Rosito (2003) entende por experimentação a verificação de uma hipótese originária de experimentos. Por fim, a atividade prática tem como intuito a aplicação da teoria, o uso, o exercício e o ato de praticar.

Sob essa óptica, foram encontrados 46 artigos nas edições publicadas entre 1996 a 2014. Com base nos trabalhos encontrados, fizemos um inventário dos artigos publicados em cada área de conhecimento; verificamos o número de artigos que foram publicados em cada ano e em quais periódicos; observamos qual nível de ensino estava em foco; ressaltamos o enfoque dado em cada um dos artigos, bem como, as dificuldades, os desafios e as estratégias apresentados nos artigos que tomaram como foco principal a aprendizagem no ensino de Ciências, verificando, assim, quais as principais contribuições que as atividades experimentais proporcionam ao ensino.

Para organizar as análises foram criadas quatro categorias com base nos objetivos de cada trabalho, usando como referência as categorias propostas por Takahashi e Cardoso (2012).

- a. Aprendizagem: foram contabilizados os artigos que tomaram como foco a aprendizagem do aluno e apresentaram algum modo, maneira, metodologia e/ou estratégia para ensinar lançando mão de atividades experimentais, da experimentação, ou do trabalho prático.
- b. Infraestrutura e Materiais: relaciona os artigos que focam na implementação, na utilização e/ou no ambiente, como também nos materiais necessários para realização das atividades e nos materiais que apresentam propostas de atividades.
- c. Viabilidade: esta categoria toma como foco os artigos que validam a utilização da experimentação.
- d. Formação de professores: foram contabilizados os trabalhos que trazem à tona e focam na formação dos professores quando trata o tema de experimentação.

2.2 Discussão

É possível detectar que houve crescimento considerável nas publicações que tratam do tema “experimentação” nos periódicos analisados a partir do ano de 2012 (Figura 1). É importante frisar que o tema se propaga com mais regularidade nos periódicos a partir de 2001. Mesmo não apresentando um aparecimento gradual de trabalhos sobre este gênero, nota-se aumento expressivo de publicações nos anos de 2012 e 2013.

Figura 1: Número de publicações que tratam do tema “experimentação” entre 1996 e 2015

Fonte: Dados da pesquisa.

Entre os artigos apresentados, 46 tratam da experimentação nas aulas de ciências (Figura 1). Desses trabalhos, 10 foram publicados na revista *Ciência & Educação*; 12 na *Investigações em Ensino de Ciências*; 10 na *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*; e 14 na *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*.

Destes artigos, 23 são da área de Física, 12 de Química, quatro de Biologia e sete tratam de Ciência de modo geral. Como a maioria dos trabalhos está relacionada com a área de Física, podemos justificar o foco tomando por referência os documentos oficiais, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) (BRASIL, 1998). Esse documento aponta que a Física faz parte de um conjunto maior, denominado “ciências da natureza, matemática e tecnologias”. Por ser pensada como uma ciência da natureza “é esperado que a observação e compreensão dos fenômenos naturais explicados pelas teorias da Física estejam presentes na sua apresentação aos alunos” (RIBEIRO; VERDEAUX, 2013, p. 239).

De acordo com os PCN+:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório. (BRASIL, 2002, p. 84)

Assim, parece razoável interpretar que a experimentação faz parte do procedimento de ensino na disciplina de Física, como também podemos supor que ela ocorra para a Química e para a Biologia, mesmo que o nosso levantamento apresente um menor número de publicações, principalmente na área de Ciências Biológicas, demonstrando a carência de ações dessa natureza ao considerarmos as aplicações de práticas experimentais.

O Quadro 1 apresenta 46 artigos em ordem alfabética, numerados para facilitar a visualização. Posteriormente, os

números serão utilizados no decorrer do texto para referenciar o artigo em discussão.

Quadro 1: Artigos encontrados sobre o uso de experimentação em ensino de Ciências

Nº	Título	Autor (es)
1	A circulação inter e intracoletiva de conhecimento acerca das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência de formadores de professores de Química	Gonçalves e Marques
2	A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio	Laburú, Barros e Kanbach
3	A resolução de situações-problema experimentais no campo conceitual do eletromagnetismo: uma tentativa de identificação de conhecimentos em ação	Sousa, Moreira e Matheus
4	A ressignificação das atividades na sala de aula	Pacca e Scarinci
5	A seleção de experimentos de química pelo professor e o saber profissional	Assis, Laburú e Salvadego
6	Abordando conceitos fundamentais da mecânica quântica no nível médio	Paulo e Moreira
7	Álbum fotográfico: um mapa de cenários discursivos na produção acadêmica brasileira sobre aulas experimentais de ciências	Cardoso e Paraíso
8	Aprendizagem significativa do conceito de ressonância	Assis <i>et al.</i>
9	Argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física do ensino médio	Villani e Nascimento
10	As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa	Suart e Marcondes
11	Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de Física na Universidade de Passo Fundo	Rosa
12	Conceptos en-acción y teoremas en-acción en un trabajo de laboratorio de física	Andrés e Pesa
13	Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências	Arruda e Laburú
14	Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física	Carmo e Carvalho
15	Contextualização e experimentação uma análise dos artigos publicados na seção “experimentação no ensino de química” da revista química nova na escola 2000-2008	Silva <i>et al.</i>
16	Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química	Gonçalves e Marques
17	Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?	Munford e Lima
18	Ensino de reações químicas em laboratório: articulando teoria e prática na formação e ação docente	Puggian, Morais Filho e Lopes
19	Estudo da viabilidade de uma proposta didática metacognitiva para as atividades experimentais em física	Rosa e Alves Filho
20	Exercícios de raciocínio em três linguagens: ensino de física nas séries iniciais	Lima e Carvalho

Continua...

Continua...

Nº	Título	Autor (es)
21	Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso	Silva e Machado
22	Experimentação Remota em Atividades de Ensino Formal: um Estudo a Partir de Periódicos Qualis A	Takahashi e Cardoso
23	Hipóteses e interpretação experimental: a conjectura de Poincaré e a descoberta da hiperfosforescência por Becquerel e Thompson	Martins
24	Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral	Dorneles, Araujo e Veit
25	Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade	Pereira
26	Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais	Silva e Serra
27	Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva kuhniana	Arruda, Silva e Laburu
28	Laboratório didático e subjetividade	Barolli e Villani
29	Leitura e demonstração de experimentos por meio de vídeos: análise de uma proposta a partir da escrita dos estudantes	Francisco Junior e Francisco
30	Livros de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental: a educação em Química e as influências do PNLD	Mori e Curvelo
31	O efeito da atividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do Ensino Básico	Matos e Valadares
32	O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas?	Güllich e Silva
33	O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental	Ramos e Rosa
34	O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007	Mori e Curvelo
35	O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental	Compiani
36	O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências	Fernandes e Silva
37	Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências	Galiazzi <i>et al.</i>
38	Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006)	Pena e Ribeiro Filho

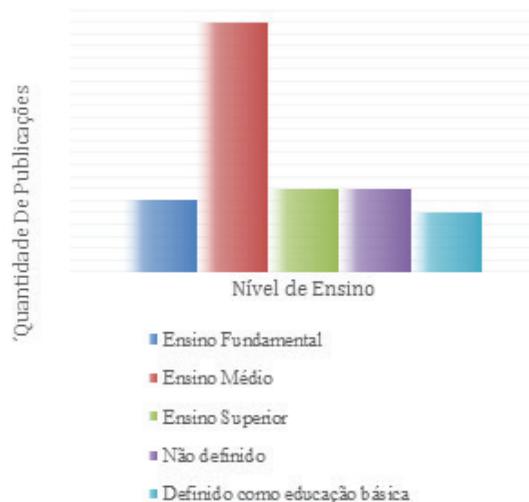
Continuação

Nº	Título	Autor (es)
39	Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar	Oliveira e Selles
40	Pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de química	Gonçalves e Marques
41	Projeto Aprendiz’’: interação universidade-escola para realização de atividades experimentais no ensino médio	Feitosa, Leite e Freitas
42	Repensando o papel do trabalho experimental, a aprendizagem da Física em sala de aula — um estudo exploratório	Saraiva-Neves, Caballero e Moreira
43	Temas polêmicos e a argumentação de estudantes do curso de ciências biológicas	Oliveira <i>et al.</i>
44	Um olhar sobre a experimentação na escola primária francesa	Coquidé
45	Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio	Ribeiro e Verdeaux
46	Utilização de situação de estudo como forma alternativa para o ensino de Física	Souza, Freitas Filho e Almeida

Fonte: Dados da Pesquisa.

Averiguamos também para qual nível de ensino as pesquisas foram direcionadas, constatando que a maioria dos trabalhos foi produzida para o ensino médio (Figura 2). O foco maior no ensino médio deve-se, primeiramente, pelo fato de as disciplinas Física, Biologia e Química serem trabalhadas mais especificamente nessa fase. Além disso, os documentos oficiais, entre eles os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Ocem) destacam, como estratégia para abordar diversos assuntos — que fazem parte do cotidiano dos alunos —, a utilização de experimentos. Por outro lado, é possível constatar que 15% dos artigos não definem em que nível de ensino a atividade experimental pode ser trabalhada.

Figura 2: Por mais que as pesquisas tenham demonstrado os resultados em todos os níveis de ensino, ainda há um predomínio no seguimento do ensino médio



Fonte: Dados da Pesquisa.

Outro ponto desse estudo, encontrado no trabalho de Carmo e Carvalho (2009) está vinculado ao reconhecimento dos professores quanto ao importante papel da atividade experimental e do trabalho prático. Também Puggian, Moraes Filho e Lopes (2012) constataram que o índice de professores que não realizam atividades experimentais em suas práticas é elevado. Entre as dificuldades listadas pelos autores, destacam-se o número excessivo de alunos, a inadequação do espaço físico, bem como o material e a carga horária. Para superar as dificuldades para que as atividades experimentais sejam realizadas, alguns pesquisadores trazem propostas, como a utilização de materiais alternativos e de baixo custo para superar a falta de materiais nos laboratórios escolares (FEITOSA; LEITE; FREITAS, 2011).

Porém, há um engano na interpretação dos agentes escolares quando reconhecem como trabalhos práticos somente aqueles desenvolvidos nas bancadas dos laboratórios. Outros tipos de atividades, como uso de vídeos, filmes, representações de papéis, tarefas escritas, estudos de casos, confecção de modelos, álbuns de recortes e trabalhos que podem ser feitos em uma biblioteca, podem também ser designados como trabalhos práticos.

Nessa perspectiva, qualquer método didático que proporcione ao aprendiz uma atitude mais ativa do que passiva está de acordo com a crença de que os alunos aprendem melhor pela experiência direta. Assim, nem sempre trabalhar com atividades práticas está diretamente relacionada com atividades em laboratórios (HODSON, 1998),

Com base nessa abordagem, Hodson (1998) lista os principais motivos pelos quais os professores são direcionados a utilizar a experimentação nas escolas, são:

- 1) Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
- 2) Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
- 3) Desenvolver habilidades manipulativas;
- 4) Treinar em resolução de problemas
- 5) Adaptar as exigências das escolas;
- 6) Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
- 7) Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
- 8) Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
- 9) Motivar e manter o interesse na matéria;
- 10) Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência.

Nesta perspectiva, uma situação de estudo bem explorada, relativa aos conteúdos de Ciências (Física, Química e Biologia), possibilita o desenvolvimento de competências dos alunos em qualquer nível de ensino. Além disso, vai ao encontro da proposta ressaltada nos PCN+ (2002) que as atividades experimentais devem surgir de um problema, de uma questão a ser respondida. Dessa forma, as questões devem favorecer a elaboração de hipóteses para que os alunos testem; organizem e reflitam a respeito do sentido e da relevância dos resultados esperados e inesperados. Além disso, a atividade precisa

propiciar a aprendizagem contextualizada, estimulando que o aluno seja sujeito ativo durante a construção dos próprios conhecimentos.

De maneira similar, Rosito (2003, p. 208) explicita os aspectos que precisam ser considerados durante a realização de atividades experimentais no ensino de ciências.

É importante destacar que boas atividades experimentais se fundamentam na solução de problemas, envolvendo questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidas a conflitos cognitivos. Desta forma, o ensino de Ciências, integrando teoria e prática, poderá proporcionar uma visão das ciências como uma atividade complexa, construída socialmente, em que não existe um método universal para solução de todos os problemas, mas uma atividade dinâmica, interativa, uma constante interação de pensamento e ação.

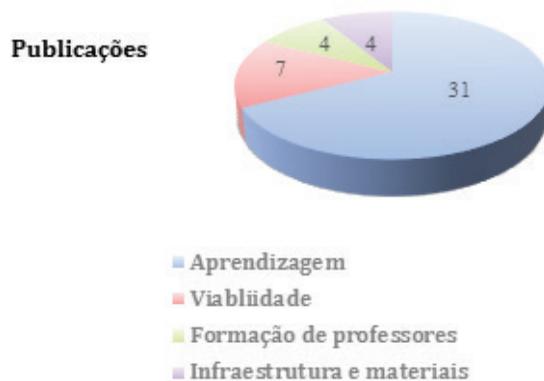
Em contrapartida, de acordo com Dorneles, Araujo e Veit (2012), um dos grandes desafios e dificuldades dos professores nas aulas que usam atividades experimentais é especificar de modo claro o que se espera com a atividade. Os autores asseguram que muitas propostas de atividades experimentais não explicitam a relação entre a teoria e a prática. Assim, é preciso evitar a utilização de atividades experimentais as quais seguem apenas protocolos estruturados, sem nenhuma conexão entre teoria e prática (HODSON, 1994).

Em análise convergente, temos então que o docente não deve se preocupar apenas com os aspectos relacionados com a experiência em si, que pode ser conduzida por demonstração, observação e/ou manipulação, mas deve se atentar principalmente com o modo e com as estratégias que sejam motivadoras e desafiam a imaginação e o raciocínio do aluno, favorecendo a apropriação dos conceitos desejados, suscitando, assim, uma aprendizagem significativa (ROSA; SCHNETZLER, 2003).

Desse modo, enfatizamos como são desenvolvidos os estudos sobre experimentação durante o período de 1996 e 2015. Para isso, direcionamos nossa atenção para o modo como a experimentação é trabalhada e quais são as propostas para o uso dessa estratégia no ensino de ciências

De acordo com os objetivos de cada trabalho, eles foram dispostos em quatro categorias (Figura 3).

Figura 3: Por mais que as pesquisas tenham demonstrado os resultados em todos os níveis de ensino, ainda há um predomínio no segmento do ensino médio



Fonte: Dados da Pesquisa.

Notamos que a preocupação da maioria dos autores está relacionada com a aprendizagem, uma vez que do total de 46 trabalhos, 31 encontram-se nesta categoria (67% das publicações). A produção com esse enfoque já era esperada, visto que os artigos foram publicados em periódicos relacionados ao ensino e à educação. Contudo, o que atrai a atenção é que apenas 9% dos trabalhos tratam de infraestrutura e sobre os materiais, visto que o tema da investigação requer atenção com essa categoria.

Como o objetivo deste estudo está voltado para experimentos que têm por enfoque a aprendizagem no ensino de ciências, fizemos uma avaliação mais detalhada nos artigos desta categoria. Constatamos que muitos dos trabalhos (3, 11, 24, 25 e 46 do Quadro 1) embasaram suas pesquisas em teorias de aprendizagem, como a de Vygotsky, para tratar sobre a noção de mediação, ou em outras palavras, sobre a aprendizagem mediada.

As análises revelaram que alguns dos pesquisadores adotaram a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (trabalho 12 do Quadro 1). Os trabalhos de números 11 e 24 utilizaram a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, enquanto a pesquisa 6 utilizou a epistemologia de Gaston Bachelard como embasamento teórico para tratar dos obstáculos epistemológicos.

Além dos referenciais teóricos já mencionados, algumas publicações foram embasadas nas ideias de Transposição Didática de Chevallard (pesquisa 11 do Quadro 1), ao passo que outros estudos discutem o processo de desenvolvimento científico com base nas ideias de Thomas Kuhn (trabalhos 13 e 27 do Quadro 1).

Com a análise sobre quais teorias embasaram as pesquisas em aprendizagem, entendemos que é preciso estabelecer um ambiente permanente em que teoria e prática sejam complementares. Essa compreensão, no entanto, reforça a ideia de Rosito (2003), na qual as próprias atividades experimentais não podem ser separadas das aulas teóricas e devem, também, favorecer as discussões em grupo e estimular outras formas de aprender. Dessa maneira, visando complementar e aprofundar os conteúdos, o princípio de unir teoria e prática deve ser aplicado nessa área.

Diante dessa análise, podemos então mencionar que alguns autores (CARMO; CARVALHO, 2009; GÜLLICH; SILVA, 2012) apontam a importância de discutir com os futuros docentes suas próprias concepções sobre as atividades experimentais. Ressaltam a necessidade de aprender conceitos pela prática, recolher dados, aplicar métodos científicos e também aprender técnicas de laboratório (CARMO; CARVALHO, 2009). Assim, a formação docente deve promover um encurtamento das distâncias entre as pesquisas educacionais e a prática docente, promovendo temas como a utilização do livro didático, ampliando a compreensão sobre as concepções de ciência e, também, sobre a experimentação (GÜLLICH; SILVA, 2012). Tal entendimento é reforçado por nossa análise, que lista artigos que destacam como obstáculo

a utilização incorreta de atividades experimentais em sala de aula, como também a dificuldade de explicar para os estudantes o objetivo dela.

Para Hodson (1994) e GÜLLICH e SILVA (2012), ainda há uma visão simplista e até mesmo distorcida dos docentes sobre a docência e a experimentação em ciências, uma vez que alguns professores planejam as atividades práticas apenas com o intuito de motivar os alunos. Nesse aspecto, Carmo e Carvalho (2009) salientam que nem sempre o trabalho com atividades experimentais motiva os alunos. Além disso, outros objetivos para a utilização das atividades experimentais são criticados por alguns autores (HODSON 1994, 1998; CARMO; CARVALHO, 2009). Tais críticas são embasadas na ênfase dada em promover o ensino de ciências com foco na formação de cientistas e trabalhar com informações prontas e herméticas no desenvolvimento de habilidades manipulativas. Dessa forma, compreendemos que o docente não deve se preocupar apenas com os aspectos relacionados com a experiência em si, que pode ser conduzida por demonstração, observação e/ou manipulação. Esse docente deve se atentar, principalmente, com o modo, com as estratégias que desafiem a imaginação e com o raciocínio do aluno, favorecendo a apropriação dos conceitos desejados, suscitando ainda a aprendizagem significativa (ROSA, 2003).

Entre os artigos analisados, notamos que em 18 publicações foram utilizados os laboratórios didáticos para realização da aula experimental, enquanto em 25 trabalhos as aulas experimentais ocorreram em outros locais, como por exemplo, na sala de aula. Por fim, temos uma terceira categoria, o laboratório remoto. Dos artigos analisados, três apresentaram resultados obtidos neste tipo de ambiente de aprendizagem.

Com base nessas análises, constatamos que pesquisas relacionadas a experimentos que envolvem laboratórios didáticos são propostas em vários estudos (trabalhos 2, 3, 8, 14, 19, 24 e 41, Quadro 1). Existem algumas vantagens em realizar as experimentações nesses ambientes de ensino, uma vez que os alunos trabalham no nível do concreto, ou seja, com objetos ou dispositivos encontrados no mundo físico. Segundo Hodson (1998), é possível destacar vantagens da construção do experimento: aprimorar a vivência ou permitir testar hipóteses. Contudo, precisamos levar em consideração os obstáculos existentes na utilização dos laboratórios: entre as limitações, podemos citar o tempo necessário para a preparação e a materialização das atividades, o investimento financeiro para a compra de materiais, tal como, o dispêndio com um espaço apropriado para a realização das atividades (KRASILCHIK, 2005).

Takahashi e Cardoso (2012) argumentam que um dos motivos da falta de atividades experimentais no ensino básico é o alto custo para implementar e manter os laboratórios nas escolas. Além do investimento, é necessário que os horários disponíveis do laboratório e do profissional responsável pelo mesmo seja compatível com o horário da aula do docente.

Contudo, entre as dificuldades mencionadas pelos autores, um grande obstáculo é o trabalho com um elevado número de alunos comumente presentes nas turmas das escolas públicas – empecilho reforçado por que esses tipos de laboratórios requerem uma quantidade de alunos limitada.

Além dos laboratórios didáticos, outra possibilidade para realização de práticas experimentais são os laboratórios remotos ou ambientes virtuais de aprendizagem. Gonzales e Rosa (2014) descrevem que em um ambiente virtual de aprendizagem há a possibilidade de realizar prática experimental com objetos virtuais de duas maneiras: (i) a primeira é via simulador estático, em que o aluno manipula apenas os valores das variáveis do sistema; (ii) a segunda é a simulação dinâmica, em que o aluno consegue construir e testar seus experimentos. Todavia, é importante apresentar ao leitor alguns pontos negativos quanto ao uso dos laboratórios remotos. O risco da perda do referencial do objetivo é um dos principais fatores negativos apontados por Medeiros e Medeiros (2002), que salientam que isso ocorre devido ao trabalho descontextualizado com simulações computacionais.

Por outro lado, Zacharia (2007) reforça que as atividades computacionais favorecem uma manipulação mais rápida e fácil do que as atividades experimentais em laboratórios reais, uma vez que há mais rapidez na exibição dos dados, o que, na visão do autor, possibilita um ensino experimental mais eficaz. Argumenta, ainda, que neste viés são proporcionadas condições mais adequadas aos alunos para que alcancem uma aprendizagem conceitual.

Takahashi e Cardoso (2012) afirmam que os laboratórios de experimentação remota proporcionam experimentos de baixo custo, além de serem conhecidos por permitirem a realização cooperativa de experimentos reais com o objetivo de prover melhor compreensão dos fenômenos científicos. Os mesmos autores, mencionam que a introdução e a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) proporcionam a descentralização dos processos educacionais, transcendendo os espaços escolares e permitindo a comunicação de estudantes de lugares distintos. O que contribui para as atividades também no ensino superior, tanto para o ensino presencial, como para o ensino a distância.

Dorneles, Araujo e Veit (2012) sustentam a ideia de integração entre as atividades computacionais com atividades experimentais tornando-as complementares. Nas palavras dos autores, esses dois tipos de atividades, quando trabalhadas, juntas podem proporcionar aos alunos uma visão epistemológica mais adequada sobre os papéis dos modelos teóricos do laboratório e dos computadores, promovendo interatividade e engajamento dos alunos em seu próprio aprendizado, transformando a sala de aula em um ambiente propício para a aprendizagem significativa.

Com a presente discussão, destacamos a quantidade restrita de artigos publicados nos periódicos com as palavras-chaves mencionadas no início do texto, que lançam mão de laboratórios remotos e que apresentam resultados sobre a

abordagem da experimentação nesse viés.

Finalmente, nossa análise aponta para a ideia de que, a despeito de ser frequente no discurso e no entendimento dos docentes, as atividades experimentais precisam ser implementadas em sala para que ocorra melhoria no ensino de ciências, contudo, pouco são trabalhadas, o que corrobora com Carmo e Carvalho (2009). Na visão de Hodson (1998), a maioria dos elaboradores de currículos e professores não questionam a crença de que os cursos de ciências necessitam ter uma quantidade expressiva de aulas em práticas.

3 Conclusão

Entre as dificuldades assinaladas, destaca-se a maneira pouco reflexiva com que os professores elaboram seus planos de aula e fazem uso do trabalho prático. O consenso entre os docentes a respeito da importância da experimentação para que ocorra aprendizagem é apenas aparente.

As atividades experimentais desenvolvidas nas aulas práticas podem permitir ao aluno comprovar uma teoria ou conduzi-lo a construir seu conhecimento de uma teoria pela prática. Porém, o professor precisa, em algum momento, discutir os resultados encontrados pelos alunos e, sobretudo, proporcionar a confrontação desses com os teóricos. Tal procedimento estimula o aluno a refletir sobre os resultados obtidos com a experimentação. Nesse momento, fica evidente que o professor tem a oportunidade de retomar o trabalho desenvolvido, de discutir resultados e refletir sobre a diferença entre os fenômenos e conteúdos envolvidos nos livros-textos, conectando-os com aqueles demonstrados no laboratório.

No processo de ensino e aprendizagem de ciências, consideramos que a experimentação é uma estratégia relevante e pode contribuir para a formação do aluno. Porém, essa estratégia não pode iludir o aluno a entender que o conhecimento só é construído com as práticas experimentais. Da mesma maneira o professor, após uma aula experimental, não pode ter a ilusão que seu aluno conseguiu aprender os conceitos devido exclusivamente à prática experimental.

Outra consideração que fazemos questão de apresentar é quanto ao *marketing* e à percepção errônea que envolve as aulas experimentais. A existência pura e simples de um laboratório bem equipado, ou um laboratório remoto, com simuladores bem programados e com boa ergonomia para o usuário, não garante que as atividades práticas sejam realmente significativas no ensino.

Referências

- ARRUDA, S.M.; SILVA S, M.R.; LABURÚ, C.E. Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana. *Invest. Ensino Ciênc.*, v.6, n.1 p 97-106, 2001.
- ARRUDA, S.M.; LABURÚ, C.E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: ARRUDA, S.M.; LABURÚ, C.E. Pesquisas em ensino de ciências e matemática. *Série: Ciências & Educação*, n. 3, p.14- 24, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais:*

Ensino Médio. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN+): Bases. Brasília: MEC, 1998.

CARDOSO, L.R.; PARAÍSO, M.A. Álbum fotográfico: um mapa de cenários discursivos na produção acadêmica brasileira sobre aulas experimentais de ciências. *Ciênc. Educ.*, v.20, p.83-115, 2014.

CARMO, A.B.; CARVALHO, A.M.P. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física. *Cienc. Educ.*, v.15, n.1, p.61-84, 2009.

DORNELES, P.F.T.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. *Ciênc. educ. (Bauru)* [online], v.18, n.1, pp.99-122, 2012. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132012000100007>.

FEITOSA, R.A.; LEITE, R.C.M.; FREITAS, A.L.P. Projeto aprendiz: interação universidade-escola para realização de atividades experimentais no ensino médio. *Ciênc. Educ.*, v.17, n.2, p.301-320, 2011.

GALIAZZI, M.C.; ROCHA, J.M.A.; SCHMITZ, L.C.; DE SOUZA, M.L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F.P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciênc. Educ.*, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de química. *Quím. Nova Esc.*, v.10, p.43-49, 1999.

GONZALES, E.G.; ROSA, P.R.S. Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da Educação de Jovens e Adultos. *Invest. Ensino Ciênc.*, v.17, n.3 p.697-708, 2014.

GÜLLICH, R.I.C.; SILVA, L.H.A. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? *Ensaio Pesq. Educ. Ciênc.*, v.15, n.2, p.155-167, 2012.

HODSON, D. *Ensino e aprendizagem da ciência: rumo a uma abordagem personalizada*. Buckingham: Imprensa da Universidade Aberta, 1998.

HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias. *Rev. Catalanes Amb. Accés Obert.*, v.12, n. 3, p.299-313, 1994.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: EDUSP, 2005.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C.F.D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, v.24, n.2, p.77-86, 2002.

PAULO, I.J.C.; MOREIRA, M.A. Abordando conceitos fundamentais da mecânica quântica no nível médio. *Rev. Bras. Pesq. Educ. Ciênc.*, v.4, n.2, p.63-73, 2011.

PENA, F.L.A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). *Rev. Bras. Pesq. Educ. Ciênc.*, v.9, n., 2011.

PESSANHA, J.A.M. *Metafísica. Seleção de textos de Aristóteles*. São Paulo: Abril Cultural, 1984.

PUGGIAN, C.; MORAIS FILHO, Z.B.E.; LOPES, C.V.N.B. Ensino de reações químicas em laboratório: articulando teoria e prática na formação e ação docente. *Investig. Ensino Ciênc.*, v.17, n.3, p.697-708, 2012.

RIBEIRO, J.L.P.S.; VERDEAUX, M.F.S. Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio. *Investig. Ensino Ciênc.*, v.18, n.2, p.239-262, 2013.

ROSA, M.I.F.P.S.; SCHNETZLER, R.P. A investigação-ação na formação continuada de professores de Ciências. *Ciênc. Educ.*, v.9, n.1, p.27-39, 2003.

ROSITO, B.Á. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.195-208.

TAKAHASHI, E.K.; CARDOSO, D.C. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos *Qualis A*. *Rev. Bras. Pesq. Educ. Ciênc.*, v.11, n.3, p.85-208, 2012.

TEIXEIRA, P.F.D.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física Geral. *Ciênc. Educ.*, v.18, n.1, p.99-122, 2010.

ZACHARIA, Z.C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *J. Comp. Assist. Learn.*, v. 23, n.2, p.83-169, 2007.