



Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar

Brazilian studies about experimentation in Science and Biology teaching: dialogues with school knowledge perspectives

Alexandre Alberto Queiroz de Oliveira

Faculdade de Educação
Universidade Federal Fluminense (UFF)
xandebiologia7@yahoo.com.br

Mariana Cassab

Faculdade de Educação
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
mariacassab@yahoo.com.br

Sandra Escovedo Selles

Faculdade de Educação
Universidade Federal Fluminense (UFF)
escovedoselles@gmail.com

Resumo

Este trabalho objetiva discutir a produção de pesquisadores brasileiros acerca da experimentação no ensino de Ciências e Biologia, procurando identificar e compreender não apenas que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em suas pesquisas como também quais as lacunas ainda existem. A pesquisa analisou um conjunto representativo de 15 artigos publicados em 8 revistas no período de 1990 a 2009. Os trabalhos apresentaram uma distribuição relativamente instável em termos de quantidade de artigos dedicados ao tema ao longo do período analisado, havendo um discreto aumento em 2007 e 2008. A maior parte dos trabalhos está vinculada a pesquisas no Ensino Fundamental e analisa a experimentação a partir de referenciais cognitivistas. Nenhum dos

estudos se apropria dos referenciais de cultura escolar e de conhecimento escolar, embora aproximadamente metade dos artigos explicita a existência de diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica.

Palavras-chave: *Experimentação; ensino de ciências; ensino de biologia; conhecimento escolar.*

Abstract

This work discusses the production of Brazilian researches about experimentation in science and biology teaching, with the aim of identifying and understanding not only the aspects and investigative dimensions that have been highlighted in their researches, but also what are the existing gaps. The research analyses a representative group of 15 articles published in 8 journals in the period between 1990 and 2009. The articles show a slightly unstable distribution with regard to the quantity of papers along the analyzed period, with a slight increase in 2007 and 2008. Most of the articles are related to researches in primary education and analyses experimentation from cognitive references. None of the studies meet the concepts of school knowledge and school culture, although almost half of the papers express the existence of differences between didactic experimentation and scientific experimentation.

Keywords: *Experimentation; science teaching; biology teaching; school knowledge.*

Introdução

A questão da utilização de atividades de cunho experimental no ensino das disciplinas escolares científicas no Brasil tem sido objeto de estudos interessados em compreender seu papel, sua importância e as implicações para o aprendizado dos conhecimentos escolares, bem como para discutir as feições que essas atividades assumem no cotidiano da escola (MARANDINO et al., 2009). No âmbito da formação inicial de professores de Ciências/Biologia, esta questão revela-se especialmente importante, visto que por um lado, as atividades experimentais são geradoras de questionamentos, passíveis de orientar o aprendizado dos estudantes. Por outro lado, constituem-se historicamente como marcas identificadoras das disciplinas escolares Ciências e Biologia, participando, portanto, da constituição das identidades dos professores responsáveis por ministrar essas disciplinas (SELLES, 2008).

A despeito do reconhecimento histórico da experimentação no ensino das Ciências, incluindo os diferentes posicionamentos postos ao papel que desempenham, percebe-se uma pequena incidência de pesquisas com abordagens metodológicas de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica brasileira sobre o tema. Uma exceção é o trabalho de BAROLLI et al. (2010), que traça um panorama sobre os principais temas presentes na bibliografia brasileira e internacional dedicada ao estudo do laboratório didático de Ciências. Assim, diante da necessidade de conhecer a produção da área de Educação em Ciências e Biologia no tocante às formas de abordagem teórico-metodológicas que acabam por caracterizar os estudos realizados sobre experimentação, este trabalho objetiva mapear e discutir como os pesquisadores brasileiros debruçam-se sobre essa importante temática relacionada ao ensino de Ciências e Biologia e à pesquisa na área.

Nesse esforço, procurou-se responder questionamentos da seguinte ordem: o quanto a área de Ensino de Ciências e Biologia tem se dedicado aos estudos sobre experimentação? É possível reconhecer grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa temática? Como o quantitativo de publicação dos trabalhos se comporta no período temporal definido pela pesquisa em questão? Em quais segmentos de ensino o uso da experimentação tem sido objeto de atenção? Quais são os objetivos e abordagens metodológicas assumidos nas pesquisas? Quais concepções de experimentação dão suporte aos estudos? Quais são os referenciais teóricos e as metodologias mais frequentes?

Apoiado na noção de conhecimento escolar (FORQUIN, 1992; LOPES, 1999) e de cultura escolar (FORQUIN, 1993; JULIA, 2001) o presente estudo também procura compreender o quanto as pesquisas têm interpelado a experimentação que é desenvolvida no âmbito da escola, como produção singular desse espaço social específico. Tal espécie de questionamento é pertinente em vista do crescente número de estudos a indicar as potencialidades heurísticas de se operar com essas categorias (GABRIEL, 2001). Com base nessas noções argumenta-se que a experimentação científica é re-significada no contexto da escola. Mesmo que ainda preserve marcas da cultura científica, a experimentação didática acaba por assumir contornos próprios em face aos imperativos escolares. Considerar as distinções entre a experimentação científica e a experimentação escolar significa admitir que o conhecimento escolar e o conhecimento científico compreendem saberes de ordens distintas, específicos no que tangem aos processos de sua constituição e das finalidades sociais as quais estão submetidos (LOPES, 1999; 2007). Essa linha de argumentação permite que as hierarquias estabelecidas entre o saber científico (geralmente reconhecido como de maior complexidade e importância) e o saber escolar (normalmente associada à simplificação ou distorção do saber científico) sejam significativamente questionadas. Nessa direção, é intenção do presente estudo compreender por quais caminhos as pesquisas sobre experimentação no âmbito do ensino de Ciências e Biologia têm dialogado com essas ordens de consideração.

Interlocuções são estabelecidas entre as reflexões presentes nos artigos inventariados e produções que se acercam das noções de conhecimento escolar e cultura escolar. Sem deixar de reconhecer a pertinência e as contribuições de estudos conduzidos a partir de outros referenciais teórico-metodológicos, especialmente, os marcados por dimensões cognitivistas, admite-se a fertilidade e a potência para as pesquisas da área das perspectivas que olham as produções escolares a partir de lógicas que não a meramente científica. Nesse percurso analítico proposto, o trabalho acaba por reconhecer alguns dos alcances interpretativos característicos das investigações até o momento encaminhadas, como inclusive aponta alguns dos seus limites e lacunas que merecem ser enfrentados pelo grupo de estudiosos da temática. Se essa espécie de reflexão tem seu mérito no âmbito da pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia, enquanto investigação que promove uma compreensão do que vem sendo produzido na área, no contexto da ação e da formação dos professores das áreas científicas na escola acaba por contribuir com subsídios teóricos para problematizar a mobilização e caracterização das práticas experimentais.

Experimentação didática (escolar) e Experimentação científica

O reconhecimento das diferenciações existentes entre a experimentação científica e a experimentação didática é importante e produtivo não apenas para melhor definir a experimentação para fins pedagógicos como também para entender suas peculiaridades,

limites e possibilidades no contexto escolar (Izquierdo et al., 1999; Selles, 2008). Nesta seção, ancorados nas noções de conhecimento e cultura escolar busca-se discutir as diferenças existentes entre a experimentação científica e a experimentação didática, utilizando-as como base para compreender o corpus empírico do presente artigo.

Autores como Izquierdo et al. (1999) defendem que assumir o processo de produção do conhecimento científico a partir de uma concepção empirista-indutivista da ciência produz uma ideia equivocada de que a experimentação escolar é da mesma natureza e tem a mesma finalidade da experimentação realizada pelos cientistas em seus laboratórios de pesquisa. Essa concepção de ciência, colocada em xeque há diversas décadas, refere-se à infalibilidade do método científico, capaz de produzir conhecimento cientificamente provado, a partir de observações objetivas e neutras, até a formulação de hipóteses, comprovação experimental e generalização das conclusões. Considera-se o conhecimento científico como a verdade provada ou descoberta, originado graças ao acúmulo de observações cuidadosas de algum fenômeno, realizado por uma mente livre de pré-concepções e sentimentos, que aplica o método científico para chegar a generalizações cientificamente válidas. Como sugere Lopes (2007) a não problematização dos processos de produção do conhecimento científico e de sua legitimação acaba por conferir um caráter transcendente à ciência, tornando mais fácil o estabelecimento de relações hierárquicas entre o conhecimento científico em relação a outros saberes circulantes socialmente. Isto posto, é indispensável que tanto nos espaços sociais da ciência, quanto nos espaços de formação e ação dos professores operem questionamentos sobre os processos de produção e legitimação do conhecimento científico. A partir daí é possível entender as diferenças existentes entre saber científico e saber escolar, pois como argumenta a mesma autora, a passagem do conhecimento científico para o contexto escolar é efetivamente um processo de transformação. Antes mesmo de o conhecimento chegar à escola, esse sofre transformações, no tocante à sua epistemologia e às suas finalidades sociais.

Ao se apropriar dos estudos de Yve Chevallard, Lopes (1997) salienta que a constituição do conhecimento escolar surge mais precisamente com a noção de *transposição didática*. Para a autora,

Ela [a transposição didática] tem por base o entendimento de que a educação escolar não se limita a fazer uma seleção entre o que há disponível da cultura num dado momento histórico, mas igualmente tem por função tornar os saberes selecionados efetivamente transmissíveis e assimiláveis. Para isso, exige-se um exaustivo trabalho de reorganização, de reestruturação ou de transposição didática. (LOPES, 1997, p. 563)

Assim, “toda prática de ensino de um objeto pressupõe a transformação prévia deste objeto em objeto de ensino” (VERRET, 1975 apud FORQUIN, 1992, p.140¹). A partir deste processo - necessário, por exemplo, durante o planejamento e execução de atividades experimentais -, teríamos a emergência de configurações cognitivas tipicamente escolares, compondo uma *cultura escolar*, que constitui uma entidade cultural própria. Criação didática original, a cultura escolar possui marcas capazes de transcender os limites da escola, de influenciar o conjunto das práticas culturais e os modos de pensamento da sociedade existentes em um dado momento (FORQUIN, 1992; LOPES, 2007). Lopes (1997) defende que este trabalho de didatização representa uma atividade de produção original, no qual os saberes incorporam

¹ VERRET, M. *Le temps des études*. Lille: Atelier de reproduction de thèses. France, 1975.

determinados valores sociais. A autora conclui que, se a ciência é uma produção coletiva contextualizada socialmente, a retirada de conhecimentos científicos desse contexto implica a transformação desses saberes. Ou seja, pensar os saberes e fazeres que circulam na escola como uma produção originalmente escolar é reconhecer os condicionantes sociais próprios da esfera escolar que se diferenciam das lógicas que orientam a produção do conhecimento realizada nos centros de pesquisa e em outros contextos sociais. Dito em outros termos, resgata-se e se salienta o papel da escola como socializadora e produtora de conhecimentos e singularidades culturais.

Nesse sentido, a experimentação escolar pode ser entendida como o resultado de processos de transformação de conteúdos e de procedimentos científicos para atender a finalidades de ensino. A experimentação didatizada expressa, assim, a natureza dos saberes escolares, sua fabricação social e epistemológica, que envolvem processos complexos de seleção cultural e de reelaborações didáticas (FORQUIN, 1992). Nessa esteira de consideração, a experimentação escolar guarda semelhanças com o contexto científico e não é desprovida de certo caráter científico. Os saberes acadêmicos, produzidos pela comunidade científica, e historicamente legitimados, servem de referência para a produção dos saberes escolares e as práticas que dão suporte para a sua socialização. Todavia, outros saberes também participam da composição dos conhecimentos que são mobilizados nos espaços escolares, tais como aqueles associados às práticas sociais de referência - atividades sociais diversas de pesquisa, produção, engenharia, bem como atividades domésticas e culturais (DEVELAY, 1995 apud LOPES, 2007²).

Selles (2008) sublinha o caráter original da experimentação didática em relação à científica. Com base nas potencialidades das categorias conhecimento escolar e cultura escolar, a autora analisa e diferencia a experimentação didática ao vê-la como uma problemática que se configura na especificidade do espaço escolar e que explicita inter-relações entre cultura científica e cultura escolar. Ao lançar mão destas noções e buscar o entendimento da escola como socializadora de elementos da cultura, a autora discute a interação constitutiva dos processos de ensinar e aprender no âmbito da disciplina escolar Biologia. Ao ser recontextualizada, a experimentação didática não é em si inventiva, do ponto de vista científico, mas sim demonstrativa de determinados aspectos das pesquisas já realizadas. A inventividade didática torna-se, portanto, distinta de uma inventividade produzida no contexto científico, a qual garante autenticidade científica a um experimento (MARANDINO et al., 2009).

Caminhando nesta direção, Selles (2008) defende que o desenvolvimento de atividades experimentais complexas, “cientificadas”, inscritas em um desenho metodológico próprio da cultura científica é inviável de ser alcançado visto que a cultura escolar ressignifica e demanda destas atividades sentidos diversos daqueles relacionados às perspectivas científicas. Como afirma Selles:

Imerso na cultura escolar, o método didático de experimentação diferencia-se das práticas laboratoriais próprias da produção dos conhecimentos científicos não apenas porque lhe falta suporte material específico, mas porque as forças seletivas ao operarem no interior de uma cultura distinta, acabam por reconfigurar o objeto a ser estudado. (SELLES, 2008, p.611)

² DEVELAY, M. *Savoirs scolaires et didactique des disciplines: Une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris: ESF Editeur, 1995.

Marandino et al. (2009) ampliam essa ordem de argumentação, apontando algumas especificidades da experimentação didática. Uma delas diz respeito ao espaço e ao tempo limitados em que é realizada, afinal a disciplina escolar, no contexto em que as atividades experimentais se desenrolam, está constrangida por tempos delimitados para o seu ensino no interior da grade curricular e ao longo dos anos da escolarização. Seus espaços de atuação também estão definidos entre o que historicamente se supõe legítimo e autorizado a ser ensinado. Outro aspecto que difere a experimentação científica da didática diz respeito aos objetivos assumidos. Os objetivos associados ao uso da experimentação no ensino de Ciências e Biologia permitem maior flexibilidade ao não exigir os mesmos critérios de produção epistemológico-científica. No contexto escolar essas atividades centralizam o olhar nos aspectos mais relevantes para o aprendizado, fazendo a “economia do detalhe” (FORQUIN, 1992). Com base em Forquin, Selles (2008) irá ponderar a favor de noções de erro, controle e resultados diferenciadas entre a experimentação escolar e a experimentação científica, na medida em que ocorrem *proteções* para a transmissão didática que precisamente faltam ao pesquisador científico. Esta proteção abrange, por exemplo, as discontinuidades, erros e impasses que envolvem a produção do conhecimento científico no interior de pesquisas não exitosas e interrompidas.

Cabe também distinguir a experimentação das demais atividades didáticas que têm caráter ativo nas aulas, comumente chamadas de “atividades práticas”. Hodson (1994) define atividade prática como qualquer trabalho em que os alunos estejam ativos e não passivos. Seguindo essa orientação, Rosito (2000) inclui a experimentação como um tipo de atividade prática. Nesta direção, exemplos de atividades práticas incluem debate em grupos, resolução de problemas, desenhos, pinturas, colagens, construção de maquetes, jogos didáticos, atividades interativas com uso de computadores, elaboração de modelos, saídas de campo ou simplesmente atividades de encenação e teatro (ROSITO, 2000). Argumentando que não se trata unicamente de nomeação de atividades de caráter ativo, Marandino et al. (2009) preferem atribuir um sentido mais específico à experimentação didática, particularmente no ensino de Biologia, buscando compreendê-las a partir das tradições das Ciências Biológicas, tais como o trabalho laboratorial, os trabalhos de campo, e os diferentes métodos de classificação e identificação de espécies.

Pesquisas brasileiras sobre experimentação no Ensino de Ciências e Biologia

Descrição geral dos documentos

Na intenção de investigar a natureza das pesquisas brasileiras realizadas acerca da experimentação, este estudo promoveu a análise de um conjunto representativo de artigos acadêmicos sobre o tema publicados em periódicos brasileiros. Na definição de quais artigos selecionar, assumiu-se como critérios de busca: (1) a natureza do veículo o qual o trabalho foi socializado. Foram selecionados apenas artigos publicados em revistas das áreas de avaliação “Educação” e “Ensino de Ciências e Matemática” listados no Qualis com classificação A1, A2, B1 e B2³; (2) a data de publicação do trabalho. Na tentativa de abarcar a produção brasileira mais recente sobre o tema, delimitou-se o estudo entre os anos de 1990 a 2009. Como a pesquisa de Oliveira (2009), que fundamenta esse artigo, foi realizada no

³Cabe ressaltar que, “Ensino de Ciências e Matemática” constitui uma única área de avaliação, dentro da qual foram inventariados textos que versam sobre a educação em Ciências no Ensino Fundamental.

ano de 2009, essa foi a data limite da publicação dos textos inventariados; (3) a definição de termos de busca combinados. Isto é, artigos cujo corpo do texto contivesse uma das seguintes combinações: Experimentação e Ensino de Ciências; Experimentação e Ensino de Biologia; Experimentação e Ensino Fundamental; Experimentação e Ensino Médio; Atividades experimentais e Ensino de Ciências; Atividades experimentais e Ensino de Biologia; Atividades experimentais e Ensino Fundamental; Atividades experimentais e Ensino Médio. A partir desse expediente metodológico foram consultados os seguintes sítios de busca: o provedor de pesquisa Google, a base de dados *Web of Knowledge* e os sistemas de busca presentes na página dos periódicos.

Nesta seção são apresentados os aspectos gerais dos artigos encontrados. No levantamento realizado foram identificadas oito revistas com artigos sobre o tema, sendo duas revistas de classificação B2, uma de classificação B1, quatro de classificação A2 e uma de classificação A1, totalizando 15 artigos (Tabela 1). Não foi encontrado nenhum trabalho no ano de 2009. É possível perceber que não há uma preponderância significativa de uma revista em relação às demais no que diz respeito ao número de artigos encontrados.

Selecionados os documentos, passou-se a identificar a instituição a qual os autores estão filiados, o ano de publicação do artigo e o nível escolar aos quais essas pesquisas estão vinculadas. A instituição nos informa sobre as regiões geográficas do país nas quais a produção acadêmica está concentrada. O ano de produção permite dar uma visão geral de como a questão da experimentação vem sendo tratada no ensino de Ciências e de Biologia ao longo das últimas duas décadas. Por sua vez, o nível escolar situa e diferencia a produção referente ao Ensino Fundamental e ao Ensino Médio.

As figuras 1, 2 e 3 apresentam a distribuição dos 15 trabalhos por instituição, por ano e por nível escolar. As pesquisas brasileiras levantadas estão vinculadas a 11 instituições, sendo a UFMG responsável pela maior produção, com 4 artigos, todos referentes à experimentação no Ensino Fundamental. Das 15 pesquisas encontradas, sete foram desenvolvidas em instituições da Região Sul do país, sete na Região Sudeste e apenas uma na Região Centro-Oeste (Figura 1). Os resultados sugerem que não existem pesquisadores ou grupos que concentrem a publicação das investigações sobre experimentação. Diante da importância da temática para a reflexão sobre as ações que sócio-historicamente identificam o trabalho do professor das disciplinas de caráter científico na escola, o número pode ser considerado discreto, especialmente se pensarmos no volume de estudos que tomam como objeto outro importante recurso didático - os livros didáticos de Ciências e Biologia (CASSAB; MARTINS, 2008). Como hipótese pode-se supor que a prática mais recorrente do uso do livro didático do que da mobilização de atividades experimentais na escola pode ser um fator que explica porque o interesse dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Biologia volta-se com mais frequência para o estudo do primeiro recurso. Os desafios de lidar com os sujeitos escolares em seus contextos de atuação, ao invés dos materiais didáticos retirados dos espaços de seu uso, também podem explicar o menor número de pesquisas voltadas a entender como a experimentação vem sendo empregada na escola em relação, por exemplo, à análise dos livros didáticos de Ciências e Biologia. É emblemático apenas o trabalho de Coelho et al. (2000), dentre os 15 trabalhos selecionados para a análise, produzir suas interpretações a partir de observações realizadas na sala de aula. Assim, estudos que supõem a interpretação das ações docentes no contexto de sala de aula carecem de maior investimento por parte dos pesquisadores da área de Educação em Ciências e Biologia.

Tabela 1: Levantamento das pesquisas brasileiras referentes à experimentação no ensino de Ciências e Biologia

REVISTAS	
Revistas Qualis com artigos sobre o tema	Artigos encontrados
Ciência & Educação (A1 ^Δ)	Galiazzi, M.C. et al. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como formação de professores de ciências. Ciência & Educação , v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.
	Paula, H. F.; Borges, A. T. Avaliação e teste de explicações na educação em Ciências. Ciência & Educação , v. 13, p. 175-192, 2007.
Educar em Revista (A2*)	Gioppo, C. et al. O Ensino Experimental na Escola Fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. Educar em Revista , v. 14, n. 14, p. 39-57, 1998.
Investigações em Ensino de Ciências (A2*)	Gomes, A. D. T. et al. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. Investigações em Ensino de Ciências , v. 13, p. 187-207, 2008.
	Ramos, L. B. C.; Rosa, P. R. S. O ensino de Ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Investigações em Ensino de Ciências , v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (A2*)	Hoernig, A. M.; Pereira, A. B. As aulas de Ciências Iniciando pela Prática: O que Pensam os Alunos. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 4, p. 19-28, 2004.
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (A2*)	Marsulo, M. A. G.; Silva, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 4, n. 3, p. 1-12, 2005.
	Mamprin, M. I. L. L. et al. La implementación o no de actividades experimentales en Biología en la Enseñanza Media y las relaciones con el saber profesional, basadas en una lectura de Charlot. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 7, n. 3, p. 524-538, 2008.
	Rosa, C. W. et al. Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 6, n. 2, p. 263-274, 2007.

REVISTAS	
Revistas Qualis com artigos sobre o tema	Artigos encontrados
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (B1*)	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
	Coelho, S. M. et al. Conceitos, atitudes de investigação e metodologia experimental como subsídio ao planejamento de objetivos e estratégias de ensino. Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v. 17, p. 122-149, 2000
	Moreira, M. A.; Ostermann, F. Sobre o ensino do método científico. Caderno Brasileiro de Ensino de Física , v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993
Ciência & Ensino (B2 ^Δ)	Amaral, I. A. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. Ciência & Ensino , v. 3, p. 10-15, 1997
	Pacheco, D. Experimentação no Ensino de Ciências. Ciência & Ensino , v. 2, p. 10, 1997
Ensaio. Pesquisa em educação em ciências (B2*)	Munford, D.; Lima, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Ensaio. Pesquisa em educação em ciências , v. 9, n. 1, p. 72-89, 2007
TOTAL	15
* Área de avaliação: Educação	^Δ Área de avaliação: Ensino de Ciências e Matemática

Todavia, ainda que o número de pesquisas publicadas acerca da experimentação possa ser considerado pouco expressivo, é possível reconhecer que grande parte dessas assume o mérito de focarem o debate sobre a experimentação no âmbito do uso da sala de aula. Dentre os 15 textos inventariados, nove se dedicam a refletir sobre a experimentação a partir da sua utilização como estratégia de ensino na sala de aula de Ciências e Biologia, como é o caso dos trabalhos de Hoernig e Pereira (2004) e Borges (2002). Há também ainda pesquisas que conduzem suas interpretações a partir de mais de um foco analítico. Quatro artigos discutem experimentação com o foco conjugado na formação dos professores e no uso dessa metodologia didática na sala de aula. Além dessas duas abordagens, a pesquisa de Rosa et al. (2007), ainda focaliza aspectos relacionados aos materiais didáticos, enquanto que Coelho et al. (2000) detém o foco de debate sobre a atividade experimental no uso em sala de aula e nos materiais didáticos.

Quanto à distribuição temporal da publicação dos artigos, conforme se observa na figura 2, os trabalhos apresentaram uma distribuição relativamente instável em termos de quantidade de textos dedicados ao tema ao longo do período analisado, havendo um aumento em 2007 e 2008. Se considerarmos que o campo de Educação em Ciências e Biologia tem apresentado uma expansão significativa de suas fronteiras, parece que a temática experimentação não tem sido objeto frequente de interesse dos estudiosos.

Com relação à distribuição pelos dois níveis escolares avaliados nota-se que a pesquisa voltada para a experimentação em Biologia no Ensino Médio tem baixa representatividade, uma vez que se observa a presença de apenas duas pesquisas enquanto no Ensino Fundamental, existem 13 referências (Figura 3).

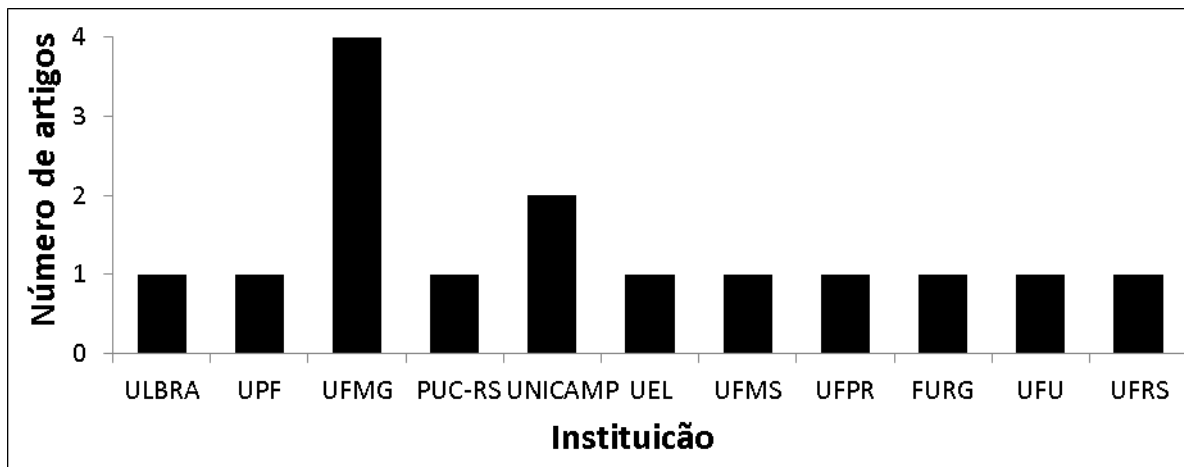


Figura 1: Distribuição da produção acadêmica brasileira sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia por instituição.

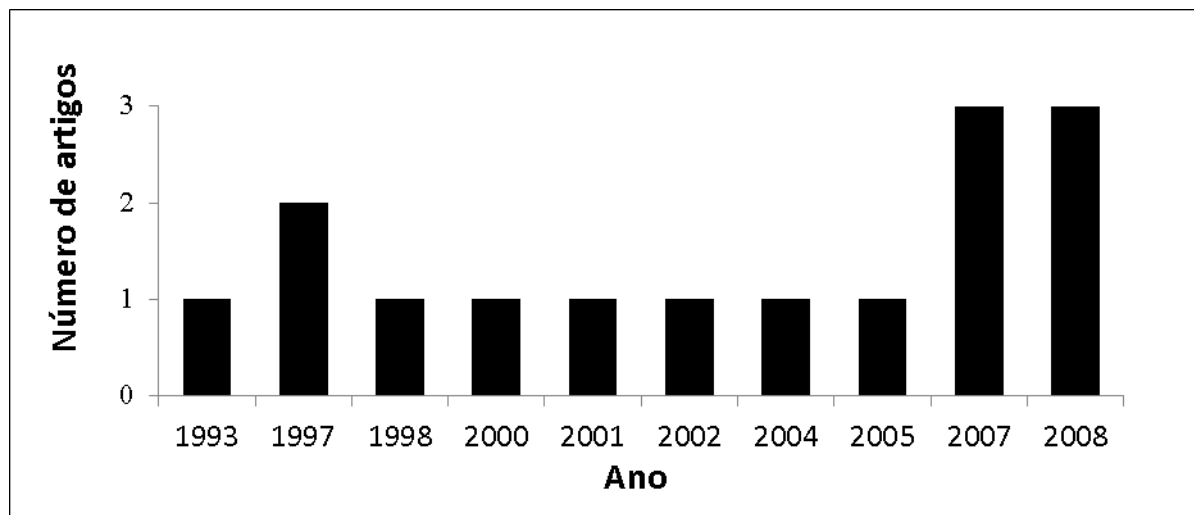


Figura 2: Distribuição da produção acadêmica brasileira sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia por ano.

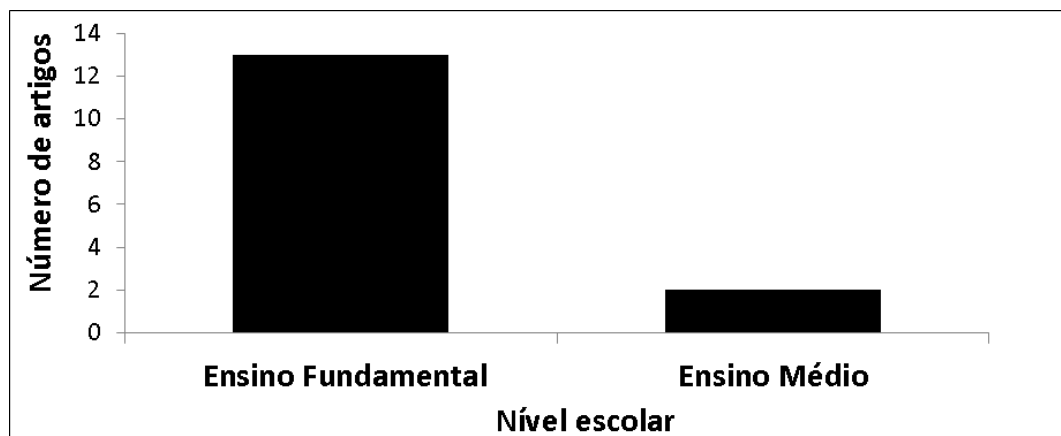


Figura 3: Distribuição da produção acadêmica brasileira sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia por nível escolar.

A experimentação pela escrita dos pesquisadores brasileiros

Com o intuito de mapear e discutir como os pesquisadores brasileiros vêm se debruçando acerca da experimentação no ensino de Ciências e Biologia procedeu-se a leitura integral dos 15 artigos inventariados em revistas voltadas à pesquisa na área de ensino de Ciências. Para proceder a análise dos trabalhos foram estabelecidos quatro eixos analíticos, a saber: (i) Níveis de ensino e Temáticas; (ii) Questões de pesquisa e referenciais teóricos; (iii) Objetivos e abordagem metodológica; (iv) Concepções de experimentação. Para cada um destes eixos foram construídos descritores a partir do diálogo com o material empírico produzido e as discussões teóricas relativas ao tema. O debate que se refere às noções de cultura escolar e conhecimento escolar também contribuiu para a definição dos descritores de análise mobilizados.

(i) Níveis de ensino e Temáticas

Neste eixo, procurou-se analisar em quais segmentos e anos de ensino as pesquisas sobre experimentação têm se concentrado e quais são as temáticas que no ensino de Ciências e Biologia têm sido abordadas a partir de um tratamento experimental (Tabela 2).

No que diz respeito aos segmentos de ensino em que a experimentação é investigada, há um evidente predomínio de foco no ensino fundamental em relação ao ensino médio. Essa tendência pode estar relacionada ao fato de a área de ensino de Ciências constituir-se como campo de pesquisa há mais tempo que do que o ensino de Biologia, bem como expressar o quanto as disciplinas escolares Ciências e Biologia incorporam, de forma diferencial, práticas experimentais em suas rotinas de sala de aula.

Também fica evidente na análise que nenhum ano de ensino foi objeto de maior interesse por parte dos pesquisadores. O que se observa é que a maior parte das pesquisas se dedica ao debate sobre experimentação sem centrar-se em um ano específico, seja quando o foco recai sobre o ensino fundamental, seja sobre o ensino médio. Apenas três pesquisas (HOERNIG; PEREIRA, 2004; ROSA et al., 2007; PAULA; BORGES, 2007) no universo das quinze inventariadas, contrariam essa tendência. Ou seja, os pesquisadores parecem considerar que reflexões sobre a experimentação são passíveis de serem desenvolvidas de forma generalizada no que tange ao ano de ensino a qual essa se destina. Especificidades relacionadas ao uso de atividades experimentais em cada ano ou não são objeto de problematização ou não são consideradas pertinentes pelos estudiosos da área.

Essa espécie de ponderação também parece pertinente quando se percebe que ao investigar a experimentação, os pesquisadores o fazem desenraizados das temáticas as quais essa permite explorar. Ao tratar sobre a experimentação, 12 dos artigos não indicam quais são as temáticas trabalhadas por meio dessa metodologia didática. Aqueles que especificaram retrataram temas relacionados a fenômenos físicos (Tabela 2). Os trabalhos de Coelho et al. (2000); Hoernig e Pereira (2004); Rosa et al. (2007) e Paula e Borges (2007) selecionaram temáticas relacionadas a fenômenos físicos no Ensino Fundamental, sendo que no artigo de Hoernig e Pereira (2004), os autores não explicitam especificamente qual conteúdo relacionado aos fenômenos físicos é trabalhado. Como exemplos, Rosa e colaboradores (2007) optaram pelo tópico *temperatura*; Paula e Borges (2007) pelo tema *dilatação e convecção em gases* e Coelho e colaboradores (2000) pelo estudo de *fenômenos elétricos e magnéticos*. Este último trabalho justifica sua escolha levando-se em consideração a importância da temática no

cotidiano do aluno e a possibilidade de sua inter-relação com outras disciplinas. Assim, dentre o pequeno universo identificado das pesquisas que distinguem as temáticas que são trabalhadas por meio de procedimentos experimentais, temas mais afeitos à Biologia como fotossíntese e osmose, por exemplo, não foram objeto de investigação.

Tabela 2: Níveis de ensino e temas que as atividades de experimentação presentes nas pesquisas analisadas se referem

Ano do Ensino Fundamental	Nº de artigos	Tema	Nº de artigos
6°, 7° e 8°	1		
3°	1	Temperatura	1
8°	1	Dilatação e convecção em gases	1
9°	1	Fenômenos elétricos e magnéticos	1
2° ao 6°	1		
Todo o Ensino Fundamental	8	Não específica	12
Todo o Ensino Médio	2		

(ii) Objetivos e abordagem metodológica

O segundo eixo que orientou a análise dos 15 artigos buscou identificar e compreender os *objetivos e abordagem metodológica* que nortearam as pesquisas. A Tabela 3 apresenta um quadro descritivo dos objetivos e as respectivas abordagens metodológicas empregados nos artigos inventariados. No conjunto dos artigos analisados, verifica-se que os estudos constroem seus desenhos metodológicos considerando os diferentes atores envolvidos com as atividades experimentais. Enquanto Hoerning e Pereira (2004); Paula e Borges (2007); Rosa et al. (2007) e Coelho et al. (2000), por exemplo, privilegiam os alunos na produção dos dados de suas pesquisas, Munford e Lima (2007); Marsulo e Silva (2005); Moreira e Osterman (1993); Manprin et al. (2008) e Ramos e Rosa (2008) focalizam os professores. Um número menor de pesquisas volta-se tanto para os docentes quanto para alunos dos cursos de licenciatura, como Pacheco (1997); Borges (2002); Gioppo et al. (1998) e Galiazzi et al. (2001). Os estudos de Amaral (1997) e de Gomes et al. (2008) diferenciam-se dos demais por ter como objeto uma revisão bibliográfica sobre a relação entre a experimentação, os processos e fenômenos a ela correspondentes e os respectivos conhecimentos, habilidades e processos cognitivos mobilizados pelos alunos.

Numericamente sobressaem quatro artigos que visam discutir o papel da experimentação e/ou refletir sobre como o laboratório escolar tem sido usado (PACHECO, 1997; BORGES, 2002); GIOPPO et al., 1998; GALIAZZI et al., 2001). Para alcançar estas finalidades os autores lançaram mão de algumas estratégias investigativas, tais como: revisão bibliográfica (PACHECO, 1997; BORGES, 2002); estudo de caso (GIOPPO et al., 1998) e pesquisa coletiva, com a aplicação de questionário a docentes e alunos de licenciatura e encontros de discussão (GALIAZZI et al., 2001). Embora não haja menção à cultura escolar, esses objetivos apóiam-se na importância da experimentação para o ensino de Ciências e Biologia e da

investigação das concepções de alunos e professores no que concerne sua formação inicial e continuada.

Tabela 3: Objetivos e abordagem metodológica nas pesquisas brasileiras sobre experimentação no Ensino de Ciências e Biologia

Objetivos	Abordagem metodológica	Nº de artigos	Referências
Relatar e discutir as ideias dos alunos sobre o uso e função das atividades experimentais	Realização de atividades experimentais e aplicação de questionário; entrevista semi-estruturada com os alunos	2	HOERNIG E PEREIRA (2004); PAULA E BORGES (2007)
Verificar e discutir como os estudantes se comportam no desenvolvimento das atividades experimentais	Realização de atividades experimentais; observação e gravação das atividades	1	ROSA et al. (2007)
Realizar um levantamento de “obstáculos” e “precursores” que são necessários à iniciação de alunos em atividades de investigação científica	Coleta de dados em um contexto de sala de aula, através do registro de debates em pequenos e grandes grupos, observações e relatórios escritos; realização de atividades experimentais	1	COELHO et al. (2000)
Estabelecer e discutir a relação entre a experimentação, os processos e fenômenos a ela correspondentes e os respectivos conhecimentos, habilidades e processos cognitivos mobilizados	Revisão bibliográfica	2	AMARAL (1997); GOMES et al. (2008)
Apresentar e discutir os fundamentos teóricos e filosóficos do ensino por investigação; discutir o método científico, sua abordagem em livros didáticos e a produção do conhecimento científico	Revisão bibliográfica; encontros de discussão com docentes, tutores e pesquisadores de um curso de especialização lato-sensu; análise de livros didáticos	3	MUNFORD E LIMA (2007); MARSULO E SILVA (2005); MOREIRA E OSTERMANN (1993)
Discutir o papel da experimentação; rever como o laboratório escolar tem sido usado	Revisão bibliográfica; estudo de caso; pesquisa coletiva – aplicação de questionário a docentes e alunos de licenciatura e encontros de discussão	4	PACHECO (1997); BORGES (2002); GIOPPO et al. (1998); GALIAZZI et al. (2001)
Investigar as razões pelas quais os professores usam ou não atividades experimentais na sua prática docente	Pesquisa qualitativa - coleta de dados por meio de entrevistas semi-estruturadas com professores; levantamento de opiniões; avaliação de livros didáticos	2	MAMPRIN et al. (2008); RAMOS E ROSA (2008)

Ainda no que tange à análise dos objetivos que orientam a realização dos estudos, seguindo sua ocorrência numérica foram identificadas três pesquisas cujos objetivos agrupados abrangeram os seguintes aspectos: (1) discutir os fundamentos teóricos e filosóficos do ensino por investigação (MUNFORD; LIMA, 2007); (2) discutir o método científico (MARSULO; SILVA, 2005); (3) analisar a abordagem experimental em livros didáticos e a produção do conhecimento científico (MOREIRA; OSTERMANN, 1993). Estes objetivos foram reunidos em um mesmo grupo, pois envolvem perspectivas interessadas em discussões acerca da epistemologia da ciência.

Em seu artigo, Munford e Lima (2007) justificam o objetivo da pesquisa a partir da constatação de que, de um modo geral, o ensino de Ciências tem se caracterizado pela simples apresentação de proposições científicas na forma de definições, leis e princípios, os quais são vistos como verdades absolutas, sem maior problematização da natureza da investigação científica. Em tal modelo de ensino, é possível perceber as escassas oportunidades de realização de investigações e de questionamentos acerca dos temas e dos fenômenos em estudo. Como consequência, os alunos não aprendem os conteúdos das Ciências e constroem representações inadequadas e estereotipadas sobre a ciência.

Por sua vez, os estudos de Marsulo e Silva (2005) e Moreira e Ostermann (1993) contribuem para a reflexão acerca das características específicas que a experimentação adquire no contexto escolar por meio da problematização da concepção que se assume do método científico e, como desdobramento desse pressuposto, de como tal método é utilizado na prática pedagógica escolar, ao se realizar uma atividade experimental. Moreira e Ostermann (1993, p. 113) apresentam algumas concepções consideradas errôneas do método científico, comumente presentes em livros didáticos de Ciências para o Ensino Fundamental e abordado nas aulas de Ciências, as quais reiteram o caráter eminentemente linear e indutivista.

Os resultados das pesquisas supracitadas buscam oferecer contribuições que se contraponham à visão do método científico hipotético dedutivo e o método indutivo pela defesa de que estes não são os únicos e nem permanecem os mesmos ao longo da história da ciência. Reiteram a necessidade de compreender os processos de construção dos conhecimentos científicos imersos nos contextos histórico-cultural, social e econômico que os constituem. Desse modo, admitem a existência de diferentes caminhos para a construção do conhecimento científico, uma vez que estes não são revestidos de neutralidade, estando sujeitos a intervenções. Isto é, as etapas do método científico não são estáticas, mas dinâmicas e abertas, conforme sustenta o trabalho de Marsulo e Silva (2005), tanto quanto o de Moreira e Osterman (1993)⁴.

Segundo Marsulo e Silva (2005) tal ordem de argumentação não significa que o método científico não deva ser usado na exploração/construção de conceitos científicos, mas há a necessidade de se refletir sobre ele, superando a negação ou a exaltação de tal método nas atividades escolares. Como conclusão, os autores apontam a sua relevância ao situá-lo como um modo de desencadear o processo de construção ativa do conhecimento por parte do aluno, sendo, portanto, mobilizador para essa construção.

⁴ Vale mencionar que Ostermann e Moreira (1990), em artigo que analisa o ensino de Física na formação docente, também reconhecem, no conjunto de concepções acerca dos processos de produção científica sustentado por professores de Ciências do ensino fundamental, tendência similar encontrada em relação à mobilização de atividades experimentais nos espaços escolares supracitado.

Por fim, no âmbito desse eixo analítico não foi encontrada nenhuma pesquisa cujos objetivos se dedicaram a ponderar de forma mais detida sobre as especificidades da experimentação didática que a diferencia da experimentação científica. Como será discutido mais adiante neste artigo, dentre as pesquisas inventariadas algumas apontam as diferenças entre estas duas modalidades de experimentação, sem, entretanto, focalizar o que faz a experimentação didática uma construção escolar. Esta lacuna dificulta a compreensão da experimentação didática como uma expressão da cultura escolar que requer a resignificação de elementos da cultura científica. Ademais, dificulta também o entendimento das razões que levam a não incorporação da experimentação no cotidiano das escolas brasileiras.

(iii) Questões de pesquisa e referenciais teóricos

Neste eixo interrogam-se as pesquisas quanto à opção pelas questões formuladas e os referenciais teóricos empregados. No que diz respeito à análise foram definidos sete descritores: (1) *O baixo emprego de atividades experimentais*; (2) *Teorias cognitivistas, modelo de mudança conceitual, concepção alternativa*; (3) *Resolução de problemas*; (4) *Filosofia da ciência*; (5) *Epistemologia da ciência/experimentação*; (6) *Diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica* e (7) *Importância da formação de professores no âmbito da implementação do ensino experimental*.

A maioria das pesquisas nacionais no período analisado – 11 artigos – tem se apoiado na literatura para criticar a não utilização de atividades experimentais na prática docente e ressaltar a sua importância no ensino das disciplinas escolares Ciências e Biologia. Estes trabalhos procuraram também fundamentos teóricos para discutir as potencialidades, objetivos e formas de uso destas atividades. Em seu conjunto, essas pesquisas sugerem que o ensino experimental não se tornou uma rotina nas escolas, reforçando as análises de autores que investigam a história do Ensino de Ciências e Biologia (por exemplo, CASSAB, 2011; MARANDINO et al., 2009). Tais autores reiteram o caráter eventual da experimentação escolar a despeito das mudanças pretendidas desde os anos 1950-80 durante o Movimento de Renovação do Ensino de Ciências⁵.

O baixo emprego de atividades experimentais encontra-se registrado no trabalho de Manprin e colaboradores (2008), analisado no presente artigo. Os autores citam algumas razões comumente atribuídas pelos pesquisadores do campo para a pequena utilização da metodologia experimental nas escolas. Estas incluem razões de ordem organizacional e estrutural da escola, da formação insatisfatória de professores, das condições de trabalho e aspectos administrativos em nível governamental. No entanto, por meio de entrevistas com professores de Ciências e Biologia e com base no referencial teórico mobilizado na pesquisa, o trabalho desses autores busca extrapolar os limites dessas argumentações. A perspectiva

⁵Caracterizado pela ação de diversos atores sociais, instituições (como o IBCEC - Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências - e os Centros de Ciências, fundados em diferentes capitais do país), e o uso de materiais didáticos (kits de ciências, livros didáticos, entre outros), o movimento renovador tinha como alguns dos seus objetivos atuar a favor de um ensino científico produzido a partir da mobilização de atividades experimentais e da valorização do método científico (CASSAB, 2011; KRASILCHIK, 2002; MARANDINO et al., 2009). Contrapondo-se aos currículos humanistas que historicamente orientavam as escolhas curriculares no tocante a seleção dos conhecimentos e práticas frequentes na escola secundária da época, a bandeira da experimentação impactou a formação e ação dos professores das disciplinas científicas em atuação no período acima referido.

de Manprin et al. (2008) lança o olhar para as implicações existentes entre a relação do professor com seu saber profissional como resultado de um conjunto simultâneo das relações deste com o Eu, o Outro e o Mundo, em um contexto educativo.

Outra pesquisa inventariada, desenvolvida por Borges (2002), também comenta a respeito da não utilização do laboratório escolar de ciências nas escolas. Uma das razões atribuídas pelo autor transfere, de certa forma, esta responsabilidade para o professor, quando este não compreende o papel que o laboratório deve ter no ensino de Ciências durante os movimentos de reforma curricular das últimas décadas. Em parte, os resultados mostram que as dificuldades com as atividades práticas derivam de uma postura equivocada dos professores quanto à natureza da Ciência.

Esses são alguns exemplos de como os pesquisadores envolvidos com a publicação de pesquisas em revistas analisadas nesse trabalho têm tratado a questão da baixa incidência do uso de práticas experimentais na escola brasileira. Entretanto, ao colocar os resultados dessas pesquisas, em diálogo com outras produções relacionadas à experimentação, nas bases do referencial teórico do conhecimento e cultura escolar, encontramos outros aspectos que ajudam a compreender as dificuldades da implementação mais cotidiana da experimentação na prática docente. Autores como Selles (2008) e Marandino et al. (2009), por exemplo, sublinham que além das limitações estruturais das escolas e de fatores de âmbito profissional mais profundo, podem ser apontados elementos associados às tradições de ensino da escolaridade brasileira que não romperam completamente com os formatos de ensino que privilegiam as longas exposições informativas. Os métodos de ensino expositivos foram favorecidos em parte pelo modo de funcionamento da escola em diversos turnos, o que provocou um modo de organização curricular que condensou o conjunto das disciplinas escolares distribuídas ao longo da semana. O outro fator mencionado nesses trabalhos diz respeito à inexistência de avaliações de caráter prático no Ensino Médio, bem como em exames de acesso ao ensino superior. Ou seja, nessas reflexões, procura-se acionar discussões relacionadas a elementos históricos da cultura escolar. Ao fazê-lo distancia-se de análises que, utilizando outros referenciais, expressam um juízo de valor sobre o professor, ao sugerir que a adesão ao ensino experimental passa fundamentalmente por sua escolha individual.

Em relação aos referenciais teóricos presentes nos artigos analisados, o dispositivo interpretativo de maior representatividade entre as pesquisas diz respeito às *teorias cognitivistas, ao modelo de mudança conceitual e às concepções alternativas*, presente em 10 artigos. O estudo da experimentação nestes trabalhos tem em tais teorias um dos seus principais referenciais teóricos. Apoiados nas pesquisas de Piaget e Vygotsky, os trabalhos analisam a participação dos alunos considerando-os como sujeitos interativos, uma vez que constroem o conhecimento não só por meio de suas ações – no caso, nas ações de caráter experimental –, mas também a partir das interações que estabelecem com o meio a sua volta. Ganha relevância nos estudos, a análise das ideias prévias dos sujeitos.

A *resolução de problemas* é outra perspectiva encontrada. É a partir desse dispositivo analítico que Borges (2002) caracteriza as atividades experimentais como situações problemáticas que não podem ser resolvidas por meio da aplicação de procedimentos pré-definidos. Os resultados da pesquisa defendem a centralidade da resolução de problemas por reconhecer nela um potencial pedagógico capaz não somente de desafiar os estudantes para a compreensão do que lhes é proposto, como também para o desenvolvimento de habilidades específicas que os levem a gerar soluções e explicações razoáveis para os fenômenos que observam (BORGES, 2002). Em direção muito afim, Gomes et al. (2008)

também assume a resolução do problema como forma de conceber a experimentação no contexto escolar.

Nessas pesquisas, a resolução, ainda que anunciada como proposta metodológica para o trabalho experimental na escola, assenta-se fortemente na metodologia científica. Não se pode ignorar o valor da resolução de problemas para o trabalho pedagógico nas aulas de Ciências, entretanto, cabe aprofundar em que medida o paralelismo científico reduz as possibilidades de compreender a experimentação didática no contexto escolar, seus desafios e suas especificidades.

Também se identificam, entre os referenciais mobilizados na discussão sobre a experimentação, contribuições do campo da *filosofia da ciência*. A pesquisa de Paula e Borges (2007), levantada neste trabalho, ao discutir as ideias dos alunos sobre o uso e função das atividades experimentais, tem como um de seus referenciais teóricos o conceito de valores cognitivos de Kuhn. Para os autores, a principal consequência desse conceito é a necessidade de repensar o modo como a experimentação é proposta aos estudantes, e a relação estabelecida entre as aulas práticas e as aulas teóricas.

No total, 08 pesquisas foram agrupadas dentro do descritor, *epistemologia da ciência/experimentação*. Estes artigos embasam-se na história da ciência. A argumentação destas pesquisas é que, por meio do uso da experimentação na sala de aula, o professor tem a possibilidade de problematizar junto aos seus alunos aspectos que dizem respeito ao processo de construção do conhecimento científico. Questionamentos acerca do método científico, da noção de controle, reprodutibilidade, erro, verdade, estimulariam os alunos tanto a compreender a racionalidade científica quanto o caráter social, cultural, histórico e econômico que condiciona a produção da cultura científica.

Dentre os artigos inventariados, 07 tratam das *diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica*, entretanto, a maioria (05) apenas situa superficialmente a existência dessas diferenças. Por exemplo, Borges (2002) salienta que os professores devem distinguir claramente as atividades práticas para fins pedagógicos da investigação experimental executada por cientistas, a fim de evitar que os estudantes adquiram uma concepção errônea do que é feito nos laboratórios. Outro caso emblemático de como as distinções entre experimentação científica e escolar têm sido abordadas nas pesquisas inventariadas, é o estudo de Amaral (1997), que ao discutir a relação entre a experimentação, os processos e fenômenos a ela correspondentes e os respectivos conhecimentos, restringe-se a emitir o seguinte comentário:

Outra forma de visualizar a problemática do uso da experimentação no ensino de Ciências diz respeito às relações entre o contexto em que se processa a ciência e o contexto em que se realiza a aprendizagem escolar: em que aspectos se assemelham e em que aspectos se diferenciam. A semelhança e a diferença entre os dois contextos ganham especial conotação quando se trata da experimentação, exigindo uma clara definição do seu significado e papel no processo científico e no processo pedagógico (AMARAL, 1997, p. 10-11).

Apenas dois artigos debatem mais detidamente as diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica, embora não o façam no âmbito da perspectiva do conhecimento e cultura escolares. Um deles, desenvolvido por Munford e Lima (2007), tem por objetivo apresentar e discutir fundamentos teóricos e filosóficos do ensino de

Ciências por investigação. Ao se referirem aos contextos escolar e científico, estas autoras relatam que

É inegável que a ciência, nesses dois contextos, assume papéis e objetivos distintos. O principal objetivo da escola é promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto, por outro lado, o principal objetivo da ciência acadêmica é produzir novos conhecimentos científicos (MUNFORD; LIMA, 2007, p.77).

Vale acrescentar a esta afirmação que, como salienta Lopes (2007), não apenas os espaços acadêmicos produzem conhecimentos, mas a instituição escolar também adquire um papel importante na produção de conhecimentos escolares, no âmbito de uma cultura escolar. Neste sentido, parece legítimo supor que apesar de as autoras do artigo inventariado reconhecerem distinções entre as atividades experimentais escolares e científicas, a forma como é conduzido o debate ainda permite interpretações que acabam por investir um maior estatuto à experimentação científica.

Em seu artigo, Munford e Lima (2007), referindo-se ao contexto estadunidense, apresentam duas perspectivas que refletem posicionamentos em relação às diferenças entre a escola e a academia ou laboratório científico:

Uma das perspectivas, apresentada nos Parâmetros Curriculares Norte-Americanos de Ensino de Ciências, busca propor uma adequação de práticas dos cientistas levando em conta as características particulares do contexto escolar e o objetivo central de promover a aprendizagem de ciências (em seu sentido amplo). Essa proposta tem sido voltada para professores de todos os níveis de ensino nos Estados Unidos. Por outro lado, alguns autores têm avaliado as práticas escolares de ensino de ciências e enfatizado a necessidade de aproximá-las ao máximo do trabalho de cientistas em seus laboratórios (MUNFORD; LIMA, 2007, p.78).

Segundo as autoras, esta segunda perspectiva volta-se para avaliação do quanto as atividades experimentais desenvolvidas na escola representam fielmente o tipo de raciocínio dos cientistas e as visões sobre o conhecimento produzido nesse contexto científico. Ao comparar atividades de investigação simples, presentes nos livros didáticos e vivenciadas no ensino básico, com situações de investigação “autêntica” na qual os cientistas estão engajados, Munford e Lima (2007) utilizam referenciais teóricos que criticam as atuais atividades de investigação propostas aos discentes. Isto porque, segundo argumentam, as atividades experimentais realizadas no contexto escolar não apenas deixam de ajudar os alunos a aprender a raciocinar cientificamente como também acabam favorecendo uma epistemologia de acordo com a qual o raciocínio científico é visto como simples, certo, algorítmico, e focado em uma observação superficial. Nessa linha, Munford e Lima (2007) demonstram interesse em delimitar as diferenças existentes entre os processos cognitivos envolvidos no trabalho dos cientistas e aqueles envolvidos no trabalho de estudantes de ciências no contexto escolar. Também discutem exemplos de diferentes abordagens ao ensino de Ciências por investigação, seus limites, tensões, dilemas e possibilidades na aproximação da ciência dos cientistas com a ciência escolar. Mas apesar de estas autoras conceberem as diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica, a sua compreensão das atividades experimentais na escola parece ainda tomar como parâmetro fundamentalmente a própria ciência, sugerindo que a experimentação escolar deveria se moldar às características da cultura científica. Desse

modo, os alunos teriam uma visão mais acertada do processo de produção do conhecimento científico. A análise das autoras, portanto, não reconhece a experimentação na escola como uma produção propriamente escolar, o que o debate que cerca as noções de conhecimento escolar, cultura escolar e transposição didática permite produzir.

Como visto, os autores dos artigos inventariados e até o momento mencionados apresentam uma compreensão diferenciada de outros estudos que se apóiam nas ideias de ciência escolar e conhecimento escolar, como é o caso de Marandino et al. (2009), Sanmartí e Izquierdo (1997) e Selles (2008). Em um sentido diverso, estas pesquisadoras discutem a experimentação não nos termos de uma desejada aproximação entre a ciência dos cientistas e a ciência escolar, pois, no seu entender, na escola se produz um conhecimento diferente do científico, embora tenha relação com esta modalidade de conhecimento. Nesse sentido, segundo as autoras, o conhecimento escolar legitima-se, socializa-se e se orienta por finalidades diferentes da ciência.

Outro artigo evocado do material empírico que se propõe a refletir a respeito da existência de diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica é o trabalho desenvolvido por Marsulo e Silva (2005). Com o objetivo de discutir as representações do método científico na prática pedagógica escolar é salientada a sua influência no ensino de Ciências, na medida em que se constituiu em um verdadeiro paradigma epistemológico responsável por modos de conduzir o ensino. O mito do método científico, que muitas vezes a escola legitima por meio de suas práticas ou no interior de materiais educativos como o livro didático, contribui para fortalecer a noção de que este seria o único método capaz de favorecer efetivamente a construção do conhecimento. Nesse contexto, “atividades investigativas eram propostas aos alunos, partindo de imitações ingênuas de investigação científica, com a pretensão de criar a ilusão de que, seguindo o método científico, obteriam resultados análogos aos dos cientistas” (MARSULO; SILVA, 2005, p. 4). Entretanto, ainda que os autores emitam críticas intensas à forma como a metodologia científica tem sido abordada no âmbito da escola, ressaltam que “isto não quer dizer que as atividades práticas ou experimentais são dispensáveis no ensino escolar, pelo contrário, elas devem acontecer, mas não como fim e nem tampouco desenvolvidas e comparadas com a ação dos cientistas” (MARSULO; SILVA, 2005, p.5).

É possível constatar que embora a diferença entre as modalidades de experimentação nos contextos científico e escolar estejam explicitadas no artigo de Marsulo e Silva (2005), este se ocupa mais em criticar a persistência de uma noção unívoca de método científico do que propriamente em aprofundar os sentidos destas diferenças. É inegável que os autores as registrem, entretanto, reforçam de certa maneira a concepção dominante de submeter as práticas escolares a parâmetros científicos deixando de trazer para o debate as especificidades do conhecimento escolar. Além disso, parecem também obturar que não é só no espaço social da escola e nos materiais didáticos que aí circulam que frequentemente é apregoada uma visão simplista do método científico. Uma postura crítica em relação à escola, seus sujeitos, saberes e fazeres é crucial para se pensar o ensino das ciências. Todavia, da mesma forma é necessário refletir sobre como nos espaços sociais da ciência se concebem os processos de produção do conhecimento científico, especialmente porque em função de sua formação disciplinar, muitos dos professores responsáveis pelas disciplinas científicas na escola básica apresentam experiências formativas e profissionais nos espaços acadêmicos e científicos de sua ciência de referência. Ou seja, é preciso problematizar nos espaços de formação disciplinar e

pedagógica dos professores, como nos espaços e recursos associados a sua atuação profissional, considerações como a de Lopes:

As ciências são um empreendimento cultural e social com características específicas, mas que não podem ser definidas por um conjunto fixo de traços epistemológicos garantidores de sua cientificidade. Ao mesmo tempo em que as ciências são similares entre si, cada uma delas possui uma racionalidade específica, ou ainda mais precisamente, cada ciência possui diferentes racionalidades específicas, associadas às suas diferentes especializações e formas de provar suas conclusões (LOPES, 2007, p.194).

O último descritor relacionado ao eixo *questões de pesquisa e referenciais teóricos*, aqui discutido, refere-se à *Importância da formação de professores no âmbito da implementação do ensino experimental*, problematizada em 05 artigos. O número não é extenso, o que sugere que os pesquisadores da área não têm realizado problematizações articuladas entre experimentação e a formação de professores das disciplinas científicas. Se considerarmos, ao lado de Selles (2008), que a experimentação didática imprime marcas à identidade dos docentes envolvidos com o ensino dessas matérias escolares, parece que essa é uma questão que merece ser investigada com maior determinação.

Dentre os artigos inventariados que focaliza a formação docente, o trabalho de Borges (2002), por exemplo, destaca que os licenciandos precisam exercitar o planejamento, a preparação e a execução de atividades experimentais para poder incorporá-las em sua prática docente no futuro. Mas a grande parte dos demais artigos não explora essa relação em profundidade. Com base no conjunto de artigos analisados no intervalo de tempo coberto pela pesquisa, a relação entre emprego de atividade experimental e formação docente parece não ter recebido um tratamento que destaque aspectos importantes para a discussão. Nas reflexões que se apropriam da perspectiva da cultura escolar e do conhecimento escolar, a relação entre a formação docente e a dificuldade de consolidar as atividades experimentais no ensino de Biologia e Ciências é mais largamente explorada. Segundo Marandino et al. (2009), diferentes trajetórias de formação, ora mais próximas ora mais distantes da cultura científica, conformam a realização das atividades experimentais na escola. Dessa forma, a formação docente em instituições com tradição de pesquisa tende a gerar nos futuros professores expectativas quanto à reprodução de suas experiências acadêmicas no contexto da escola. Entretanto, ao longo de sua prática, esses docentes são obrigados a configurar suas concepções científicas das atividades experimentais aos imperativos escolares, tais como organização do tempo e espaço físico, seleção dos conhecimentos, perfil dos alunos, entre outros. De outro modo, a inserção no ambiente escolar de professores formados em instituições superiores onde predominam atividades de ensino carrega poucas características da cultura científica. Selles (2008) também salienta que, quando os licenciandos com uma forte trajetória acadêmico-científica realizam atividades experimentais com os alunos na escola, em cooperação com os professores, estas atividades são carregadas de características científicas, embora de forma ressignificadas, revelando a interpenetração de diferentes culturas – a acadêmica e a escolar – enriquecendo a aprendizagem. Nesse contexto, a interação entre licenciandos em formação e professores no exercício da profissão contribui para que a experimentação didática seja reconhecida não como uma redução, por vezes caricata da atividade científica, mas como produto da cultura escolar.

(iv) Concepções de experimentação

Neste eixo busca-se compreender e discutir quais são as funções e as potencialidades da experimentação atribuídas pelos estudiosos do campo. No levantamento realizado neste trabalho para este eixo foram definidas 09 concepções para a experimentação (Tabela 4). Destas, a partir de uma perspectiva analítica que assume a noção de conflito cognitivo, merece destaque a concepção, presente em 11 artigos, embasada na ideia de que o uso da experimentação favorece o desenvolvimento de uma variedade de disposições nos discentes. Tal perspectiva se insere no programa de pesquisa das concepções alternativas e movimento de mudança conceitual, identificado como um dos suportes teóricos de muitos dos trabalhos analisados. Nessa ordem de argumentação, as atividades experimentais têm a capacidade de, a partir da concepção prévia do aluno acerca dos fenômenos, estimular a iniciativa, o raciocínio, a criatividade, o questionamento, a busca por soluções, a resolução de problemas, o teste e a discussão de hipóteses, o desenvolvimento de estratégias para a avaliação de teorias, a reflexão, a discussão e a convivência em grupo.

A noção de conflito cognitivo está presente no trabalho de Gomes e colaboradores (2008), inventariado no presente artigo. Em sua pesquisa, estes autores defendem que o indivíduo, ao longo de suas interações com o mundo físico, mesmo não possuindo conhecimentos conceituais específicos, desenvolve um “senso de mecanismo”, isto é, uma ideia ou noção de *como* e *por que* as coisas funcionam. Este “senso de mecanismo” é definido como uma espécie de conhecimento pouco organizado, responsável pelas previsões, expectativas, explicações e relações de causalidade que jovens e adultos possuem sobre diversos fenômenos, fruto de seu conhecimento prévio e de suas experiências pessoais anteriores.

Aproximando-se das ideias do artigo anterior, Pacheco (1997) concebe a atividade experimental como capaz de permitir que os alunos confrontem e problematizem suas próprias explicações com as do conhecimento científico a fim de conceberem seus conflitos cognitivos, em um processo de evolução conceitual. Defendendo esta concepção de experimentação, o autor destaca que os discentes são levados a se conscientizar da necessidade da busca da resolução dos problemas, a partir de um trabalho coletivo, em sala de aula. A experimentação, ao permitir a ação sobre os objetos, desempenha o papel de um motor essencial, no qual o ensino de Ciências se torna lugar privilegiado para a articulação da prática com a reflexão, e da ação com a conceitualização. Dessa forma, nestes artigos encontra-se a defesa de que o ensino de Ciências pode favorecer o acesso a operações mentais abstratas e complexas, e que as atividades experimentais devem desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual. Tal defesa corresponde a uma concepção de experimentação associada ao *desenvolvimento de habilidades e competências de caráter técnico e cognitivo*.

Se por um lado, as pesquisas supracitadas tendem a destacar as dimensões epistemologicamente identificadas com a cultura científica, associando-as a operações mentais de alto nível, por outro, cabe ponderar o quanto o diálogo com outras produções enseja reflexões férteis. Mortimer (1996), por exemplo, irá sublinhar que algumas das estratégias de ensino que nascem da perspectiva construtivista reeditam o empirismo porque acreditam que é possível modificar e construir novas ideias a partir da experiência sensorial. A crítica é reforçada ao chamar a atenção para o fato de que o núcleo central dos conceitos da ciência moderna são representações simbólicas e não experiências sensoriais. Para esse autor, grande parte das propostas de ensino construtivista coloca uma ênfase

considerável no valor da observação e da experiência direta, isto é, numa perspectiva empirista de aprender ciências, e não enfatizam suficientemente o processo de aquisição de novas estruturas para reinterpretar a experiência e transcender o pensamento de senso-comum. Uma limitação citada pelo autor é a dificuldade na preparação de professores para atuar segundo essa perspectiva. Ademais, os alunos também enfrentam dificuldades em reconhecer e vivenciar conflitos, o que tem resultado numa relação de custo-benefício altamente desfavorável (MORTIMER, 1996).

Outra concepção de experimentação de grande representatividade no conjunto de trabalhos analisados diz respeito à possibilidade de os alunos terem contato direto com os fenômenos, muitos dos quais ocorrem todos os dias em seu cotidiano. Assim, os fenômenos tornam-se mais reais, claros e concretos, ampliando e desenvolvendo o conhecimento do aluno sobre os mesmos e fazendo com que ele os relacione com sua maneira de ver o mundo. Para Hoernig e Pereira (2004) tal concepção é expressa na noção de que o concreto ancora o conhecimento teórico, permitindo ao aluno relacionar o primeiro ao segundo e assim abstrair, avançando na construção dos conceitos. Tal noção é compartilhada por Rosa et al. (2007) ao defender que nesta concepção de experimentação os papéis a ela atribuídos são desempenhados a partir das hipóteses e dos conhecimentos anteriores no qual a atuação do professor, como mediador do processo, é fundamental.

Ainda que a vivência de determinado fenômeno tenha potencialidades didáticas legítimas para a aprendizagem dos alunos, estas pesquisas inventariadas apartam-se da discussão que problematiza o papel da abstração na produção do conhecimento científico. Autores como Lopes (1997) defendem que nem todo conhecimento científico é passível de ser mediado por estratégias que procuram tornar saberes abstratos em concretos. A autora chama a atenção para a existência de uma tendência didática que considera necessário chegar ao abstrato a partir do concreto, a fim de se tornar um conceito assimilável, o que tem contribuído para reforçar a continuidade com o senso comum. Desta forma, ao invés de concorrer para a construção de modelos de compreensão da racionalidade científica, tenta-se aproximar os conceitos científicos da racionalidade do senso comum. Como a ciência envolve um rompimento com o senso comum cotidiano, esta estratégia pode favorecer entendimentos equivocados acerca do conhecimento científico.

Observando a tabela 4, é possível perceber que quase metade das pesquisas inventariadas (07 artigos) atribui à experimentação o papel de auxiliar a construção e compreensão de conceitos científicos. Por sua vez, a quarta concepção de experimentação com maior número de artigos refere-se à capacidade que as atividades experimentais têm de motivar e despertar o interesse e a curiosidade dos alunos. No total, 06 trabalhos apresentaram esta concepção de experimentação. Ao relatar uma investigação realizada com alunos da terceira série do Ensino Fundamental referente à realização de atividades experimentais com o tema temperatura, Rosa e colaboradores (2007) mencionam que as atividades envolveram e motivaram significativamente os estudantes para a aprendizagem. Os autores observaram que as crianças foram movidas por sua curiosidade e pelo desejo de conhecer. Confrontar essa conclusão com o estudo de Marandino et al. (2009), permite acrescentar que a experimentação didática não se restringe apenas a desempenhar um papel atrativo para a aprendizagem. Em muitas situações torna-se constitutiva da explicação didática – como, por exemplo, preparar lâminas para visualizar células ao microscópio óptico –, sem a qual, a compreensão dos objetos de ensino é dificultada.

Tabela 4: Concepções de experimentação presentes nas pesquisas brasileiras no âmbito do ensino de Ciências e Biologia

Concepções de experimentação	N ^o de artigos	Referências
Ajuda a compreender a natureza da Ciência, o caráter provisório do conhecimento científico; as possibilidades e limites do raciocínio e do método científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento	4	PAULA E BORGES (2007); AMARAL (1997); BORGES (2002); GOMES et al. (2008)
Facilita a comunicação entre professor e aluno	2	HOERNIG E PEREIRA (2004); RAMOS E ROSA (2008)
Proporciona que o aluno assuma uma posição ativa no processo de ensino-aprendizagem	3	HOERNIG E PEREIRA (2004); ROSA et al. (2007); MARSULO E SILVA (2005)
Propicia o desenvolvimento pelo aluno de habilidades práticas e técnicas como a manipulação de equipamentos e instrumentos e observação acurada	4	ROSA et al. (2007); MAMPRIN et al. (2008); BORGES (2002); GIOPPO et al. (1998)
Permite o contato direto com os fenômenos, tornando-os mais reais; amplia e desenvolve o conhecimento do aluno sobre os mesmos e faz com que ele os relacione com sua maneira de ver o mundo	8	HOERNIG E PEREIRA (2004); ROSA et al. (2007); PAULA E BORGES (2007); PACHECO (1997); BORGES (2002); RAMOS E ROSA (2008); GALIAZZI et al. (2001); GOMES et al. (2008)
Estimula a confiança e a auto-estima dos alunos	1	ROSA et al. (2007)
Estimula o desenvolvimento de disposições, tais como: iniciativa, raciocínio, criatividade, questionamento, busca por soluções e resolução de problemas, a reflexão, a discussão e a convivência em grupo. Proporciona conflito cognitivo a partir da concepção prévia do aluno acerca dos fenômenos	11	HOERNIG E PEREIRA (2004); ROSA et al. (2007); PAULA E BORGES (2007); AMARAL (1997); PACHECO (1997); MAMPRIN et al. (2008); BORGES (2002); RAMOS E ROSA (2008); GIOPPO et al. (1998); MARSULO E SILVA (2005); GOMES et al. (2008)
Auxilia na construção e compreensão de conceitos científicos	7	HOERNIG E PEREIRA (2004); ROSA et al. (2007); PAULA E BORGES (2007); PACHECO (1997); MAMPRIN et al. (2008); BORGES (2002); RAMOS E ROSA (2008)
Como uma forma de responder a questões que são propostas no dia-a-dia dos alunos	2	HOERNIG E PEREIRA (2004); GALIAZZI et al. (2001)

Por fim, apenas 04 pesquisas salientaram o papel da experimentação na problematização da atividade científica e do processo de produção do conhecimento científico (Tabela 4). Uma dessas pesquisas, desenvolvida por Paula e Borges (2007), foi conduzida com estudantes no oitavo ano do Ensino Fundamental. Os autores buscaram levantar as ideias dos estudantes sobre a função dos experimentos e sobre o processo de avaliação de teorias ou explicações, a fim de entender se os alunos atribuem aos experimentos a função de avaliar a qualidade, em termos de adequação às evidências, de uma explicação ou teoria. Foi verificado que alguns estudantes vinculam a avaliação de teorias na ciência à busca de um consenso entre os cientistas. Assim, eles revelam sua convicção de que a produção do conhecimento científico é uma atividade social e um empreendimento coletivo.

Considerações finais

Este trabalho promoveu o mapeamento e a discussão das pesquisas brasileiras que tratam da experimentação no ensino de Ciências e Biologia no período de 1990 a 2009. A análise evidenciou que a maior parte das investigações esteve voltada para as atividades de cunho experimental conduzidas no âmbito do ensino fundamental. Isso sugere o quanto estudos sobre essa temática no ensino de Biologia é original e merece um esforço investigativo mais detido dos pesquisadores do campo. Como visto, dos poucos trabalhos que contextualizam tematicamente a experimentação, nenhum se refere a conteúdos biológicos, seja no ensino médio ou no fundamental. Como as disciplinas escolares Biologia e Ciências têm tratado experimentalmente as temáticas biológicas, permanece uma lacuna a ser explorada. Mesmo que a baixa incidência de práticas experimentais no âmbito dessas disciplinas justifique o pouco interesse de pesquisa, é possível localizar na literatura relatos do uso de abordagens experimentais para discutir conteúdos biológicos. É o caso de Vilela et al. (2005) interessados em refletir sobre as potencialidades didáticas desse recurso no ensino da fotossíntese.

Ampliar e aprofundar a análise de práticas dessa natureza desenvolvidas nas escolas, ainda que incidentais, é fecundo do ponto de vista da compreensão e socialização dos saberes e fazeres que os professores estão engajados na sua ação profissional. No âmbito da formação de professores, as contribuições de pesquisas que investem no entendimento de como os professores têm mobilizado essas práticas são inegáveis, tendo em vista o conjunto de benefícios que se agrega ao uso da experimentação no ensino das disciplinas científicas. Outra potencialidade pode ser atribuída ao estudo sobre a experimentação no contexto das referidas disciplinas escolares: aquela que se relaciona com o entendimento de como historicamente essas disciplinas se constituem. Afinal, enquanto que no processo de constituição da Biologia como uma ciência unificada e legítima a experimentação desempenha papel importante (MAYR, 2005; SMOCOVITIS, 1996), no âmbito das disciplinas escolares a experimentação parece assumir outro estatuto de relevância, como sugere Cassab (2011) ao analisar a emergência da disciplina escolar Biologia no Colégio Pedro II. Em seu trabalho, a autora indica os limites impostos pelo horizonte da cultura da escola que exigiam ressignificações quanto à prática de atividades didaticamente ativas, geralmente desestabilizadora da adoção de um ensino experimental rotineiro. Outro exemplo de estudo de cunho histórico que explora esse caminho interpretativo é o de Selles e Ferreira (2010), interessado em analisar um experimento de fotossíntese em livros didáticos de Biologia, para documentar e explorar especificidades do conhecimento escolar.

Se ainda é necessário ampliar o número de pesquisa sobre experimentação, ambientadas no ensino médio e contextualizadas quanto às temáticas abordadas, também é preciso investir no estudo da experimentação situada nos contextos da sala de aula. Os procedimentos metodológicos empregados nos artigos analisados são diversificados: entrevistas com professores, alunos e licenciandos; questionários; grupo focal; análise de materiais didáticos; entre outros. Todavia, é pontual a pesquisa que se volta à interpretação da abordagem experimental em sala de aula concretamente considerada. Acreditamos que investigar como o professor desenvolve as atividades experimentais no espaço social da escola ajudará no melhor entendimento das diferenças e semelhanças existentes entre a experimentação didática e a experimentação científica. Distantes de perspectivas prescritivas de como deveria ser a experimentação didática e sensibilizadas nas razões pedagógicas que configuram tais atividades na escola, investigações que acionam metodologias que promovem imersões no universo escolar têm ainda um grande potencial a ser explorado na área de ensino de Ciências e Biologia.

Por fim, foi possível perceber o quanto a maior parte das pesquisas analisa a experimentação a partir de referenciais de ordem mais cognitivistas ou que se apoiam nas lógicas da ciência para inquirir as abordagens experimentais que se desenrolam na escola. Há contribuições importantes produzidas a partir desses dispositivos interpretativos, como as reflexões sobre o método científico. Contudo, como sinaliza Lopes (1999), na sua totalidade essas pesquisas operam com a noção de que o conhecimento que é mobilizado na escola é de igual natureza do conhecimento mobilizado nos espaços sociais das ciências. Ou, no limiar, representam simplificações do que as ciências produzem. Nesse sentido, apresentam dificuldades heurísticas em caracterizar as diferenças existentes entre a experimentação didática e a científica sem que a segunda ocupe um patamar de maior complexidade que a primeira. Embora aproximadamente metade dos artigos explicita a existência de diferenças entre a experimentação didática e a experimentação científica, nenhum deles referencia-se nas noções de conhecimento escolar e da cultura escolar. Reconhecendo que tais referenciais reafirmam os processos singulares de produção do conhecimento no âmbito do contexto escolar, a lacuna identificada sugere a necessidade de outros olhares investigativos sobre as práticas experimentais na escola.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação Carlos Chagas Filho de Apoio à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio à pesquisa "A experimentação no Ensino de Biologia: matrizes históricas e curriculares na formação de professores" a partir da qual o presente artigo se origina.

Referências

BAROLLI, E.; LABURÚ, C. E.; GURIDI, V. M. Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** v. 9, n. 1, p. 88-110, 2010.

CASSAB, M.; MARTINS, I. Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, p. 1-24, 2008.

- CASSAB, M. **A emergência da disciplina escolar Biologia (1961-1981): renovação e tradição**. 2001. 239 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2011.
- FORQUIN, J.C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria e Educação**, n. 5, p. 28-49, 1992.
- FORQUIN, J.C. **Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
- GABRIEL, C. T. Usos e abusos do conceito de transposição didática (considerações a partir do campo disciplinar de história). In: **Anais do IV Seminário Perspectivas do Ensino de História**. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2001.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, p. 299-313, 1994.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-59, 1999.
- JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. **Revista Brasileira de História da Educação**, n. 1, p. 9-43, 2001.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade – o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2002.
- LOPES, A.R.C. Conhecimento escolar em química: processo de mediação didática da ciência. **Química Nova**, v. 20, p. 563-568, 1997.
- LOPES, A.R.C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1999.
- LOPES, A.R.C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Editora Cortez, 2009.
- MAYR, E. **Biologia, Ciência Única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- MORTIMER, E. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- OLIVEIRA, A.A.Q. **Uma revisão da produção dos pesquisadores brasileiros acerca da experimentação no ensino de ciências e biologia**. 2009. 53f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas), Centro de Estudos Gerais, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. O ensino de Física na formação de professores de 1ª a 4ª série do 1º grau: entrevistas com docentes. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 7, n. 3, p. 171-182, 1990.
- ROSITO, B. A. O ensino de Ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências**. 1. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, pp. 195-208.
- SANMARTÍ, N.; IZQUIERDO, M. Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. **Investigación en la Escuela**, v. 32, p. 51-62, 1997.
- SELLES, S. E. Lugares e culturas na disciplina escolar Biologia: examinando as práticas experimentais nos processos de ensinar e aprender. In: TRAVERSINI, C.; EGGERT, E.; PERES,

E.; BONIN, I. (Orgs.). **Trajetórias e processos de ensinar e aprender: práticas e didáticas**. 1. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008, pp. 592-617.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Analyzing experimentation in Brazilian science textbooks from a socio-historical approach. **Revista de Educación de las Ciencias**, v.11, p.44 - 47, 2010.

SMOCOVITIS, V. B. **Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology**. Princeton: Princeton University Press, 1996.

VILELA, M. L. ; VASCONCELLOS, D.V.; GOMES, M. M. . Reflexões sobre abordagens didáticas de experimentos para o ensino de Ciências. **Revista da SEnBIO**, v. 1, p. 12-15, 2005.

Submetido em janeiro de 2012, aceito em novembro de 2012.