

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS EM CONTEXTOS INVESTIGATIVOS

Ronaldo Gonçalves Pires¹

Mauro Sérgio Teixeira de Araújo²

Carmem Lúcia Costa Amaral³

PIRES, R. G.; DE ARAÚJO, M. S. T.; AMARAL, C. L. C. Levantamento e análise da utilização de experimentos no ensino de ciências em contextos investigativos. **EDUCERE** - Revista da Educação, Umuarama, v. 19, n. 1, p. 7-28, jan./jun. 2019.

RESUMO: Este artigo discute o papel da experimentação em Ciências aplicada em um contexto de ensino por investigação. Após apresentação das potencialidades do uso de experimentos, é descrito e analisado um levantamento bibliográfico realizado em teses de doutorado publicadas nos últimos cinco anos e cadastradas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. A partir da leitura dos resumos dos quinze trabalhos encontrados percebemos que esses se alinham em torno de quatro aspectos: educação e currículo, proposta de atividades, formação de professores e processos de ensino e aprendizagem. A pesquisa mostra a efetividade da utilização de experimentos no ensino de Ciências de forma investigativa e a necessidade de incorporação e discussão dessa modalidade de experimentação nos cursos de formação inicial e continuada de docentes. **PALAVRAS-CHAVE:** Ensino por Investigação; Experimentação; Ensino-aprendizagem.

10.25110/educere.v19i1.2019.6785

¹Instituto Federal de Minas Gerais; ronaldorgpires@gmail.com; Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

²Universidade Cruzeiro do Sul; mstaraujo@uol.com.br; Doutor em Física pela Universidade de São Paulo; Professor Titular da Universidade Cruzeiro do Sul; Coordenador dos cursos de Especialização em Ensino de Matemática e Especialização em Matemática.

³Universidade Cruzeiro do Sul; carmem.amaral@cruzeirosul.edu.br; Doutora em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo; Professora Titular da Universidade Cruzeiro do Sul, Coordenadora do curso Especialização em Ensino de Química e Vice Coordenadora do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências e Matemática.

SURVEY AND ANALYSIS OF THE USE OF EXPERIMENTS IN TEACHING SCIENCES IN INVESTIGATIVE CONTEXTS

ABSTRACT: This paper discusses the role of experimentation in Sciences applied to a context of teaching by investigation. After presenting the potentialities of using experiments, this paper describes and analyses a literature survey developed using PhD theses published in the past five years, registered in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations. From the reading of the abstracts from the fifteen papers that were found, it could be noticed that all of them are aligned around four topics: education and curriculum, proposal of activities, teacher training, and teaching and learning process. The research result shows the effectiveness of using experiments while teaching Sciences in an investigative way and the need to include and discuss this method of experimentation in the initial and continued teaching training programs.

KEYWORDS: Teaching by investigation; Experimentation; Teaching and learning process.

LEVANTAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA UTILIZACIÓN DE EXPERIMENTOS EN LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS EN CONTEXTOS INVESTIGATIVOS

RESUMEN: Este artículo discute el papel de la experimentación en Ciencias aplicado en un contexto de enseñanza por investigación. Tras presentación de las potencialidades del uso de experimentos, es descrito y analizado un levantamiento bibliográfico realizado en tesis de doctorado, publicadas en los últimos cinco años y registradas en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones. A partir de la lectura de los resúmenes de los quince trabajos encontrados, percibimos que los mismos se alinean entorno a cuatro aspectos: educación y currículo, propuesta de actividades, formación de profesores y procesos de enseñanza y aprendizaje. La investigación muestra la efectividad de la utilización de experimentos en la enseñanza de Ciencias de forma investigativa y la necesidad de incorporación y discusión de esa modalidad de experimentación en los cursos de formación inicial y continuada de docentes.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza por investigación; Experimentación; Enseñanza y aprendizaje.

1. INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos têm chamado atenção para a necessidade de se combater o ensino de conteúdos “descontextualizados e sem significado” que caracteriza a maioria das aulas de Ciências na educação básica, conforme pontuam Costa e Pereira (2017, p. 168). Tais aulas são marcadas pela memorização de conceitos e teorias desvinculadas de seu contexto social, cultural e histórico.

O distanciamento entre a Ciência abordada na escola e aquela praticada pelos cientistas tem contribuído para reforçar uma visão desumanizada da Ciência, na qual o aluno não é levado a estabelecer conexões entre o que é aprendido na sala de aula e a sua vida cotidiana. O resultado dessa prática é a formação, por alunos e professores, de uma “visão reducionista” de Ciência (SANTOS, 2012), que desconsidera aspectos como a relação entre o cientista e sua comunidade (LOPES *et al.*, 2017), o processo de aquisição de conhecimento (BELTRAN, 2013) e a própria relação entre os fatos experimentais e as teorias (LOBO, 2012).

Diante desse quadro, pesquisadores da área de Ensino de Ciências como Cruz e Zylbersztajn (2005), Santos (2005), Auler (2007), Araújo e Formenton (2012) têm defendido a utilização de atividades investigativas como uma estratégia de ensino que pode favorecer a compreensão de elementos da cultura científica e, dependendo da abordagem empregada, contribuir inclusive para que os alunos consigam estabelecer importantes conexões entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Cabe ressaltar aqui que na concepção de Brighenti, Biavatti e Souza (2015, p. 290):

Uma estratégia de ensino é uma abordagem adaptada pelo professor que determina o uso de informações, orienta a escolha dos recursos a serem utilizados, permite escolher os métodos para a consecução de objetivos específicos e compreende o processo de apresentação e aplicação dos conteúdos.

No Brasil, o Ensino de Ciências por Investigação consolidou-se como abordagem de ensino a partir da década de 1980, época na qual houve uma ampla defesa de suas potencialidades entre os pesquisadores, permitindo diferenciá-la de outras abordagens e possibilitando que os es-

tudantes aprendam os conceitos e práticas próprios da Ciência por meio de atividades investigativas.

O ensino por investigação procura contemplar tanto o aspecto da aprendizagem dos conceitos e práticas quanto aquilo que Schwab (*apud* MUNFORD e LIMA, 2007)⁴, chama de “conceito científico sintático”, ou seja, os aspectos de negociação coletiva e de construção do saber científico, concorrendo para isto as interações, trocas de informações, a reflexão, a criação e teste de hipóteses, entre outros elementos proporcionados pelo ambiente de ensino investigativo. Neste sentido, Maués e Lima (2006, p. 2) defendem que a partir das atividades investigativas, os alunos:

[...] envolvem-se com a sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os seus resultados. Os professores deixam de ser os únicos a fornecerem conhecimento e os estudantes deixam de desempenhar papéis passivos de meros receptores de informação.

Além disso, a importância do ensino por investigação reside na perspectiva de que a aprendizagem é mais efetiva quando os alunos trazem suas experiências pessoais para a sala de aula e realizam investigações que possibilitam confrontar essas experiências com aquelas próprias da pesquisa científica.

De modo convergente, Munford e Lima (2007, p. 22) descrevem o ensino de Ciências por investigação como “um ensino mais dialógico, interativo e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e dogmáticos”.

No contexto de ensino por investigação, várias atividades experimentais podem ser utilizadas, desde que possibilitem transitar entre um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas, o conhecimento prévio dos alunos e os resultados do experimento, além de incorporar uma reflexão sobre o erro e a incerteza na Ciência. As atividades experimentais investigativas permitem mais do que a verificação da teoria a partir de atividades fechadas, cujas conclusões parecem implícitas, como se observa nas atividades experimentais do ensino tradicional. Almeja-se nesse novo

⁴SCHWAB, J. J. What do scientists do? Behavioral Science 5:1-27. 1960.

cenário que os alunos possam ver a Ciência como fruto de uma prática sociocultural.

As contribuições dessa abordagem de ensino encontram-se ricamente relatadas na literatura como, por exemplo, em Castro e Carvalho (1992); Matthews (1995); Araújo e Abib (2003); Paula (2006); Murta (2008); Gonçalves (2009); Costa *et al.* (2016); Nicola e Paniz (2017) e Silva *et al.* (2017). Segundo esses autores, o uso de experimentos no contexto investigativo pode:

- a. fornecer elementos que estimulam o estudante a pensar, levantar hipóteses e confrontar ideias;
- b. possibilitar a discussão crítica do papel e do poder exercido pela Ciência;
- c. mediar a relação indivíduo-conceito;
- d. conscientizar sobre o funcionamento da investigação científica;
- e. trazer o conteúdo para mais perto do aluno, e também do próprio homem, que antes de conhecer cientificamente, constrói historicamente o que conhece.

Na modalidade de ensino por investigação, as atividades experimentais se mostram importantes, pois podem oportunizar a compreensão da dimensão empírica da Ciência e sua relação com as teorias em Ciência – dimensão muitas vezes suprimida ou “caricaturada sob a roupagem de um falso método científico” (PAULA, 2006, p.18).

Dada a importância do ensino por investigação e do uso de experimentos nas aulas de Ciências, pretendemos, a partir de um levantamento bibliográfico, apresentar e discutir alguns trabalhos que tratam de abordagens experimentais na sala de aula de Ciências nos Ensinos Fundamental e Médio e que enfocam, especificamente contextos investigativos, procurando apontar as tendências dessas pesquisas desenvolvidas nos últimos anos anteriores a este estudo.

2. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

A pesquisa realizada envolve um levantamento bibliográfico e posterior revisão sistemática dos resultados encontrados, com o propósito de caracterizar as pesquisas envolvendo experimentos de Ciências em contextos de ensino por investigação, procurando delinear característi-

cas e tendências dessas pesquisas no período compreendido entre 2012 e 2017.

Baseamos o levantamento bibliográfico na revisão proposta por Barcelos (2014). Este autor estrutura um protocolo de revisão sistemática composto por quatro itens: a. definição das bases de dados; b. expressões utilizadas na busca; c. critérios de qualidade; d. procedimentos para extração de dados.

Para o levantamento bibliográfico utilizamos a Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação Científica e Tecnológica (IBICT)⁵, que se constitui em um catálogo nacional aberto de teses e dissertações das instituições de ensino superior com mais de quinze anos de existência.

A BDTD possibilita a consulta ao seu banco de dados, de forma gratuita, no formato simples ou avançado, neste caso com a possibilidade de inclusão de itens que refinam a busca como, por exemplo, ano de publicação, área de conhecimento etc. As diferentes possibilidades de busca e filtragem por assunto foram determinantes na escolha dessa base de dados para nossa pesquisa.

Utilizamos a busca avançada em três ciclos de busca com expressões diferentes. O objetivo desses ciclos de busca era encontrar trabalhos, não listados na busca anterior, pela flexibilização das expressões de busca empregadas. As expressões utilizadas encontram-se no Quadro 1.

Durante os ciclos de busca, foram adicionados filtros que procuravam limitar o número de resultados e garantir a maior qualidade das produções. Dessa forma, optamos por selecionar apenas teses de doutorado e, visando garantir a atualidade das pesquisas selecionadas, restringimos nossa busca apenas ao período de 2012 a 2017.

Com os resultados de cada ciclo de busca em mãos, efetuamos a leitura dos resumos dos trabalhos, selecionando aqueles que tratavam de abordagens experimentais na sala de aula de Ciências nos Ensinos Fundamental e Médio no contexto do ensino por investigação.

A partir do segundo ciclo de busca, adicionalmente, verificamos quais trabalhos selecionados eram considerados novos, ou seja, não foram selecionados no ciclo de busca anterior.

Por fim, buscamos, no próprio banco de dados da BDTD, a ínte-

⁵⁰ Disponível na internet, no endereço <http://bdttd.ibict.br>

gra das teses selecionadas para leitura completa do trabalho. Finalmente, identificamos os aspectos enfocados nos trabalhos e os agrupamos pelas categorias que emergiram a partir dessa leitura.

3. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

No Quadro 1, encontramos os resultados obtidos em cada ciclo de busca e o número de trabalhos selecionados (e não duplicados) que foram submetidos à leitura da íntegra do documento.

Quadro 1: Parâmetros de busca na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações.

Parâmetro	Ciclos de Busca		
	1º	2º	3º
Expressões	“experimento” e “ensino” e “investigação”	“experimento” e “investigativo” e “ensino Ciências”	“experimento” e “ensino + de + ciências” e “investigação”
Tipo de Documento	Teses	Teses	Teses
Ano de Defesa	2012-2017	2012-2017	2012-2017
Resultados Encontrados	167	258	211
Trabalhos Selecionados	7	4*	3*

*Trabalhos novos, não incluídos no ciclo de buscas anterior

O expressivo número de resultados encontrados se deve à arquitetura de busca da BDTD ter sido pouco específica, nesse caso. Por exemplo, nos resultados encontramos teses de diversas áreas de conhecimento que continham, em qualquer parte das teses, as expressões buscadas. Além disso, percebemos que a utilização do filtro por área de conhecimento (disponível na BDTD) omitia resultados encontrados antes da aplicação do filtro e que possuíam relação direta com o ensino de Ciências na Educação Básica. Por essa razão, optamos pela filtragem manual a partir da leitura dos resumos dos resultados encontrados.

O baixo número de trabalhos selecionados em relação aos resultados encontrados também se explica pelo caráter geral e pelos múltiplos significados que as expressões “experimento” e “investigação” assumem

nas pesquisas de diversas áreas. Além disso, conforme mencionamos, a utilização de outros filtros (como a área de conhecimento) não retornava nenhum resultado. Foram efetivamente considerados para leitura na íntegra os 14 trabalhos que estão indicados no Quadro 2.

A partir da leitura dos resumos dos trabalhos percebemos que esses poderiam ser organizados em torno de quatro diferentes categorias, se alinhando aos seguintes elementos que integram o universo educacional: educação e currículo, proposta de atividades, formação de professores e processos de ensino e aprendizagem.

Quadro 2: Teses selecionadas e organizadas conforme as categorias que emergiram da leitura dos trabalhos.

Categorias	Ano Pub.	Título	Autor
Educação e Currículo	2012	Homo experimentalis: dispositivo da experimentação e tecnologias de subjetivação no currículo de aulas experimentais de ciências	Cardoso, L. R.
Proposta e Aplicação de Atividade(s)	2014	História da Ciência no Ensino Médio: experimentos de Lazzaro Spallanzani sobre reprodução animal	Pereira, M. R.
	2017	O uso de experimentos demonstrativo-investigativos no ensino de Termoquímica	Cavalcante, F. G.
	2017	Atividades investigativas no ensino de Hidrostática	Filippini, A. S.
	2014	Experimentação no ensino de química: contribuições do projeto experimentoteca para a prática e para a formação docente	Mori, R. C.
	2012	O processo de experimentação promovendo aprendizagens e competências científicas	Sartori, P. H. S.

Formação de professores	2015	Ensino de ciências na educação infantil: formação de professores da rede municipal de ensino de Santa Maria, RS, Brasil	Botega, M. P.
	2015	Formação continuada e prática docente de professores de ciências naturais nos anos iniciais do ensino fundamental	Silva, G.
	2015	Química em cena: uma proposta para formação inicial de professores de química	Sousa Júnior, F. S.
Processo ensino-aprendizagem	2015	Promovendo a argumentação em sala de aula de física moderna e contemporânea - uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos.	Barrelo Junior, M.
	2015	Interpretação das gesticulações de estudantes no laboratório de química baseada na semiótica de Peirce	Salvadego, W. N. C.
	2014	A experimentação e o ensino de ciências: diferentes abordagens nas aulas de química	Gois, C. B.
	2015	Ensino de física pela comparação entre experimento e modelo teórico com uso da modelagem matemática	Silva Neto, M. J.
	2013	Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos	Gibin, G. B.

Na categoria “educação e currículo”, encontramos apenas o trabalho de Cardoso (2012), que enfatizava a relação entre o uso de experimentos e sua influência na organização dos currículos de Ciências, definindo prioridades e ditando tendências.

Outros cinco trabalhos apresentavam propostas de atividades experimentais com caráter investigativo, com descrição dos materiais e métodos utilizados, além da análise da experiência a partir de diversos elementos como o nível de complexidade do discurso dos alunos, as produções escritas e a motivação.

A preocupação com a formação de professores aparece como foco de três trabalhos. Dois deles abordam a formação deficitária de professores das séries iniciais para lidar como experimentos e compreender

as relações entre a Ciência praticada pelos cientistas e aquela ensinada nas escolas. A formação inicial de professores de Química é relatada no terceiro trabalho, no qual se discute a importância de se apresentarem estratégias de ensino como a experimentação e o teatro científico, configurando uma forma de se munir o futuro professor para enfrentar os desafios que encontrará ao ingressar na carreira docente.

Os demais cinco trabalhos encontrados no levantamento realizado preocupam-se em analisar os processos de ensino e/ou aprendizagem, utilizando experimentos investigativos sob diversos aspectos como a gesticulação, argumentação, diversidade de abordagens, o trânsito entre dados empíricos e conceitos teóricos etc.

Nos itens seguintes, apresentamos um panorama das pesquisas e suas contribuições para o ensino de Ciências, organizados sob os quatro aspectos que emergiram do mapeamento realizado.

3.1 Educação e Currículo

Em uma reconstrução histórica da atividade experimental nos ambientes de ensino, Cardoso (2012) mostra que a centralidade da experimentação no ensino de Ciências foi estruturada historicamente, sendo vista como uma oportunidade de se construir verdades a partir da prática e de “fazer ciência”.

Segundo a autora, há uma tensão que se observa no “currículo experimental” entre a Ciência moderna e o fazer escolar, a pedagogia escolar. Essa tensão se manifesta em uma tendência à construção de uma Ciência de caráter inquestionável e marcada por protocolos rígidos que procuram moldar os sujeitos. Para Cardoso (2012, p. 254-255):

O currículo é artefato dos sentidos fixos, das ações prescritivas, das condutas corretas, das verdades instituídas, dos ensinamentos categóricos, dos sujeitos desejados, dos governos disciplinadores! Porém, não posso deixar de registrar que, nas cavernas por onde andei, o currículo também é um artefato que se engana com tantas colheres, caldeirões, poções mágicas, feitiços, bruxas e feitiçeiros/as. Em seu meticuloso processo de fabricação de homúnculos, muitos sujeitos não saem como o previsto. Muitos

deles se perdem nos procedimentos no alambique. Alguns outros driblam as receitas e se compõem aos próprios sabores. Nesses momentos de criação do inesperado, percebo que o currículo é tirado de suas próprias certezas, é desestabilizado, é movido para um outro lugar, é reconfigurado. Por vezes, repete o procedimento, avalia onde errou e reforça os cuidados na fabricação. Em outras, o currículo gosta do que vê, sorri e se alegra com suas magias.

Apesar desse quadro estático e disciplinador que determina as atividades experimentais na escola, a autora acaba por concluir que as atividades experimentais encontram, na atuação dos docentes e discentes, a possibilidade de alcançar um caráter mais aberto e investigativo. Essa tomada de consciência pode, por sua vez, reconfigurar no futuro essa visão que hoje se impõe ao currículo de Ciências.

A temática abordada por Cardoso (2012) é bastante debatida no ensino de Ciências na atualidade: a transposição da Ciência realizada pelo cientista para a Ciência abordada na escola. Beltran (2012, p. 73) coloca a concepção de Ciência abordada na escola e sua relação com o conhecimento científico na interface do ensino de Ciências com outras áreas de conhecimento, tornando-a tema de interesse de outras áreas, como a História da Ciência:

[...] o objeto de estudo da pesquisa em educação química é o processo de ensino-aprendizagem do conhecimento químico, o que abarca as formas de elaboração, transformação e transmissão desse conhecimento [...]. De fato, é na concepção de conhecimento que se encontram as semelhanças e as diferenças entre as várias tendências pedagógicas no ensino de química e também entre as vertentes historiográficas na pesquisa em história da ciência.

Outra discussão importante abordada no trabalho de Cardoso (2012) é a possibilidade de se repensar o “currículo em ação” (SICCA, 2010, p. 4), ou seja, as práticas escolares que são o resultado da aplicação dos conteúdos previstos no currículo prescrito pelos órgãos reguladores,

tornando a abordagem desses conteúdos mais humanizada e dando maior autonomia ao aluno no processo de aprendizagem. Nesse ponto, a utilização de experimentos em um contexto investigativo contribui para o alcance dessa proposta.

3.2 Formação de Professores

As necessidades de formação inicial e continuada dos professores de Ciências, nas mais diversas temáticas, encontram-se amplamente relatadas na literatura. Em relação à experimentação, essa realidade não é diferente. Tais necessidades tornam-se mais importantes se pensarmos na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental, nas quais os docentes possuem formação, em sua maioria, em Pedagogia ou o Curso de Nível Médio de Magistério e não uma formação específica na área de Ciências Naturais.

Em trabalhos semelhantes, porém aplicados a níveis de ensino diferentes, Botega (2015) e Silva (2015) fazem uma defesa da formação continuada, abordando a experimentação em uma perspectiva construtivista, respectivamente, na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Pesquisando um grupo de 73 docentes, quase a totalidade formada em Pedagogia e em um contexto educacional de incentivo à formação continuada, Botega (2015) verificou que cerca de 60% das docentes afirmavam não estarem suficientemente seguras para abordar conteúdos de Ciências em suas aulas. Por isso, não trabalhavam com atividades experimentais. Curioso é o fato de que mais de 90% dessas docentes afirmaram ter cursado disciplina ligada ao ensino de Ciências durante a sua formação inicial.

Aparentemente, tal constatação se explica por uma formação inicial centrada unicamente na discussão das diretrizes para o ensino de Ciências, preconizada nos documentos oficiais do Ministério da Educação, como os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais. Isso explica também o fato de, na pesquisa relatada, cerca de 70% das docentes desconhecerem o que seja “ensino experimental por investigação”.

Silva (2015), pesquisando um grupo de nove docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental chega a um quadro bastante semelhante ao de Botega (2015), porém traz relatos de atividades experimentais

realizados pelas docentes. O autor verificou que, quando existem, as atividades estão associadas a uma compreensão de experimento que serve apenas para informar ou comprovar alguns dados da teoria. Quando há alguma ação por parte do aluno, se limita “puramente à execução de uma receita” (BOTEGA, 2015, p. 43).

Ambas as autoras fazem apontamentos e trazem resultados de atividades de formação continuada que trabalham a experimentação para diversas temáticas incluídas nas orientações curriculares, indicando esta modalidade de formação como uma oportunidade para superar as lacunas encontradas na formação inicial desses profissionais.

Se voltarmos nosso olhar para a formação de professores de Ciências, o entrave que se impõe é outro. Sousa Júnior (2015), pesquisando um grupo de futuros professores de Química, em um curso de licenciatura, chama a atenção para a necessidade desta etapa de formação buscar respostas mais práticas para os desafios cotidianos enfrentados pelos docentes nas escolas. O autor vê nas atividades experimentais associadas ao teatro científico uma forma de aproximar os estudantes, fazendo-os se interessar pela Ciência e, ao mesmo tempo, humanizar esta ciência ensinada nas escolas.

3.3 Processo de ensino e aprendizagem

Mais de um terço dos trabalhos selecionados no levantamento bibliográfico preocupou-se em verificar a efetividade do uso de atividades experimentais em um contexto investigativo para a promoção da aprendizagem em Ciências e do letramento científico. Todos os trabalhos apontaram para um incremento na aprendizagem e na compreensão da Ciência pelos estudantes a partir do uso de atividades experimentais no laboratório ou em sala de aula.

Para essa constatação, os autores Barrelo Júnior (2015) e Gois (2014) lançaram mão da análise do discurso dos estudantes, Salvadego (2015) analisou as gesticulações durante as atividades e Silva Neto (2015) e Gibin (2013) a comparação das produções dos discentes com os modelos teóricos próprios da Ciência.

A análise realizada por Barrelo Júnior (2015) buscou no discurso do professor elementos que promovessem a alfabetização científica e, no discurso dos estudantes, a apropriação dos conceitos relacionados aos

conteúdos trabalhados. O autor defende que o professor atue de forma a promover a participação dos alunos e argumenta que este influencia a postura dos alunos a partir de seu discurso. Alunos mostram-se mais engajados em atividades experimentais quando o professor provoca a busca por respostas, ao invés de apresentá-las prontas em um discurso de autoridade.

A análise discursiva de Gois (2014, p. 08) se volta para as posturas de professores de Química ao trabalharem com atividades experimentais. O autor acredita que “a discussão sobre as diferentes formas de abordagem à experimentação “[...] possa contribuir para que os professores repensem sua prática pedagógica”.

Acompanhando o discurso de dois professores que afirmaram, em entrevista realizada pelo autor, utilizar atividades experimentais de forma investigativa, Gois (2014) verifica uma forma particular de condução que ele nomeia como “atividade investigativa guiada”. Nessa forma, há a presença marcante do professor de maneira a limitar as discussões dos alunos e orientá-las em direção a um objetivo, baseado em um discurso de autoridade. Essa postura por parte do professor pode ser entendida como uma possibilidade de abordagem em turmas que ainda não estão preparadas para atividades de caráter mais aberto. Uma possível graduação na abertura das atividades experimentais em direção a um menor direcionamento por parte dos professores é discutida e defendida por Campos e Araújo (2015, p. 26) ao apontarem que:

A transição entre os tipos de laboratório deve ser feita de forma gradativa de modo a começarmos com atividades estruturadas cujos roteiros são detalhados, caminhando para as atividades semiestruturadas com roteiros que fornecem informações sobre os experimentos, porém com mais liberdade de ação e de decisão dos alunos.

Salvadeo (2015) constata em sua pesquisa a importância das atividades experimentais no ensino devido à participação mais ativa do estudante, interagindo com os colegas e com o professor. A pesquisadora mostra que a gesticulação durante as aulas que utilizam experimentação pode ser um parâmetro a mais para que o professor avalie o engajamento

e o interesse dos estudantes. Para Salvadego (2015, p. 152):

A gesticulação contribui não só como instrumento para o professor perscrutar o que os estudantes estão aprendendo do conhecimento científico em construção, como fizemos ver, mas, acima de tudo, quando vinculada à atuação empírica, torna-se parte fundamental da elaboração do pensamento desse conhecimento. No primeiro caso, o professor tem a possibilidade de redirecionar e corrigir ações didáticas, visando o melhor aprendizado do aluno. No segundo, permanece o princípio maior a respeito do modo representacional da gesticulação: a indissociável relação entre compreender e saber fazer. Em outras palavras, isso significa que o aprofundamento da compreensão conceitual científica abrange também saber aplicá-los em situações reais, ao mundo, o que, por sua vez, implica gestos em ação.

Silva Neto (2015) apresenta uma interessante proposta de utilização da Modelagem Matemática para o ensino de Física, a partir da qual se pode romper com a lógica de mera verificação numérica dos dados empíricos, muito comum em atividades experimentais dessa disciplina. O autor afirma que da busca pelo modelo matemático emergem diversas investigações pelos estudantes. Além disso, possibilita que o modelo teórico possa ser trabalhado paralelamente ao processo de experimentação.

A efetividade da utilização de experimentos investigativos na compreensão dos conteúdos de Ciências também pode ser relacionada com a evolução dos modelos mentais utilizados pelos alunos na resolução de problemas diversos. O trabalho de Gibin (2013) faz referência à importância dos modelos para o ensino de Ciências e mostra que estudantes que vivenciam atividades de experimentação investigativa mostram um incremento, ao longo do tempo, na produção e articulação desses modelos.

3.4 Propostas de Atividades

Nesta categoria merece destaque o trabalho de Pereira (2014) ao articular a atividade experimental investigativa com duas outras im-

portantes estratégias: o uso de História da Ciência e de simulações em ambiente virtual. O autor discute o uso de experimentos históricos reproduzidos em ambiente computacional e seu impacto emocional e motivacional sobre os estudantes por meio de uma sequência didática produzida para abordar os experimentos de Spallanzani sobre reprodução animal no ensino de Biologia.

Mori (2014) compila as contribuições da Experimentoteca da USP, um centro de Ciências do Centro de Divulgação Científica e Cultural da Universidade de São Paulo (CDCC), para a prática de professores e o trabalho destes utilizando experimentos na educação básica. O trabalho mostra possibilidades de uso da experimentação investigativa em espaços não formais de aprendizagem.

Os museus e centros de Ciência têm se consolidado como um parceiro importante das escolas (JACOBUCCI, 2008, p. 62) não somente pela possibilidade de os estudantes visualizarem artefatos presentes em um acervo. Cada vez mais os museus têm se modernizado, incorporando ações que promovem interatividade e uma visão mais reflexiva por parte do aluno.

Retomando a perspectiva de uma participação mais ativa dos estudantes, Sartori (2012, p. 89) apresenta o resultado de uma pesquisa na qual 26 estudantes do nono ano do Ensino Fundamental participaram de atividades experimentais e “foram estimulados a elaborar, montar e executar experimentos, passando por etapas gradativas de familiarização com materiais e aparelhos”.

Os trabalhos de Filippini (2017) e Cavalcante (2017) apresentam propostas para se trabalhar conteúdos específicos de Hidrostática e Termoquímica, respectivamente, no Ensino Médio. Ambos os trabalhos utilizam a questão norteadora como ponto de partida para as atividades de investigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de um levantamento bibliográfico constatamos que as pesquisas na modalidade de teses apontavam para quatro categorias: educação e currículo, proposta de atividades, formação de professores e processo de ensino e aprendizagem.

Em nossa análise identificamos que a utilização de atividades experimentais com caráter investigativo tem sua importância consolidada no ensino de Ciências. Os trabalhos procuram demonstrar uma melhoria da argumentação dos estudantes e da complexidade das suas produções, sinalizando para uma ampliação de sua aprendizagem conceitual e a compreensão dos aspectos históricos, culturais e sociais que caracterizam a atividade científica e sua natureza, ou seja, de aspectos que configuram os processos de produção do conhecimento científico.

Acreditamos ser importante que o professor se aproprie das pesquisas realizadas nessa área, sobretudo utilizando as propostas de atividades apresentadas como ponto de partida para o seu trabalho em sala de aula, naturalmente adaptando as propostas à sua realidade, ao seu contexto de atuação docente e aos seus próprios objetivos formativos. É nesse campo de atuação livre do professor, o currículo em ação, que pode influenciar não somente o engajamento dos estudantes, mas o próprio currículo prescrito de Ciências, que pode ser repensado a partir da prática docente.

O ensino por investigação é uma estratégia que fomenta o protagonismo dos estudantes e, à medida que se torna uma forma de trabalho conhecida destes, pode possibilitar maiores níveis de autonomia de pensamento e de ação do estudante e menor direcionamento por parte do professor, pode ainda favorecer o estudante, dando-lhe condições para que possa construir novos conhecimentos, bem como desenvolver competências e habilidades específicas relacionadas à prática experimental.

Além disso, essa estratégia tende a contribuir para o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e reflexivo nos estudantes, associado a uma maior capacidade de argumentação e, inclusive, de compreensão de alguns aspectos que caracterizam o seu contexto de vida, aproximando assim o conteúdo abordado na escola a situações que vivencia na sociedade. A maturidade dos estudantes e sua experiência com a estratégia são elementos centrais que ditarão esse grau de autonomia adotado pelo professor em cada etapa de sua atividade profissional.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no Ensino de Física:** diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista

Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, 2, 176-194. 2003.

ARAÚJO, M. S. T.; FORMENTON, R. **As Fontes de Energia Automotiva Abordadas Sob o Enfoque CTS no Ensino Médio Profissionalizante.** Alexandria, v. 5, n. 1, p. 33-61. 2012.

AULER, D. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade:** pressuposto para o contexto brasileiro. Ciência & Ensino, v. 1, n. especial. 2012.

BARCELOS, T. S. **Relações entre o pensamento computacional e a matemática em atividades didáticas de construção de jogos digitais.** 2014. 276 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo. 2014.

BARRELO JÚNIOR, N. **Promovendo a argumentação em sala de aula de física moderna e contemporânea:** uma sequência de ensino investigativa e as interações professor-alunos. 2015. 182 f. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

BELTRAN, M. H. R. **História da Química e Ensino:** estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. Abakós, V. 1, n. 2, p. 67-77. 2013.

BOTEGA, M. P. **Ensino de ciências na educação infantil:** formação de professores da rede municipal de ensino de Santa Maria, RS, Brasil. 2015. 137 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CAMPOS, L. S.; ARAÚJO, M. S. T. **Articulação do ensino de Física com o ensino de Matemática através da Modelagem Matemática e das atividades experimentais.** Revista Metáfora Educacional Bahia, n. 19, p. 21-52. 2015.

CARDOSO, L. R. **Homo experimentalis:** dispositivo da experimentação e tecnologias de subjetivação no currículo de aulas experimentais de ciências. 2012. 308 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,

2012.

CASTRO, R. S.; CARVALHO, A. M. P. **História da Ciência**: investigando como usá-la num curso de segundo grau. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237. 1992.

CAVALCANTE, F. G. **O uso de experimentos demonstrativo-investigativos no ensino de Termoquímica**. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília. 2017.

COSTA, M. J. M.; PEREIRA, M. V. **O ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais do ensino fundamental**: um olhar a partir dos docentes de uma escola da Baixada Fluminense do Rio de Janeiro. Interfaces da Educação, v. 8, p. 147-171. 2017.

COSTA, R. C. S. *et al.* **As concepções de estudantes da pós-graduação sobre a importância da experimentação no ensino de ciências**. Areté (Manaus), v. 9, p. 298-307. 2016.

CRUZ, S. M. S. C. S.; ZYLBERSZTAJN, A. **O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a aprendizagem centrada em eventos**. In: PIETROCOLA, M. (Org.) Ensino de Física, Florianópolis: Editora UFSC, 2005. p. 171-196.

FILIPPINI, A. S. **Atividades investigativas no ensino de Hidrostática**. 2017. 142 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2017.

GIBIN, G. B. **Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos**. 2013. 240 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2013.

GOIS, C. B. **A experimentação e o ensino de ciências**: diferentes abordagens nas aulas de química. 2014. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, Sergipe. 2014.

GONÇALVES, P. W. **História e Ensino de Ciências: Projetos e Debates.** Notas de aula. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/site/aulas/119/>. Acesso em: 10 jul. 2017.

JACOBUCCI, D. F. C. **Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica.** Em extensão. Uberlândia, V.7, p. 55-66. 2008.

LOBO, S. F. **O trabalho experimental no ensino de Química.** Quím. Nova, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 430-434. 2012.

LOPES, G. A. H. *et al.* **Modelos de Análise da Relação entre Espaço e Atividade Científica.** In: VIII Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional, 2017, Santa Cruz do Sul. Anais do VIII Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional - Territórios, Redes e Desenvolvimento Regional: Perspectivas e Desafios. Santa Cruz do Sul, RS: UNISC. 2017.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214. 1995.

MAUÉS, E.; LIMA, M. E. C. C. **Atividades Investigativas nas séries iniciais.** Presença Pedagógica. v.12, n.72, nov./dez. 2006.

SANTOS, M. E. V. M. **Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS: Rumo a “novas” dimensões epistemológicas.** Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad CTS, v. 2, n. 6, p. 137-157. 2005.

MORI, R. C. **Experimentação no ensino de Química: contribuições do Projeto Experimentoteca para a prática e para a formação docente.** 2014. 430f. Tese (Doutorado em Físico-Química) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos. 2014.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. E. **Ensinar Ciências por investigação: Em quê estamos de acordo? Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 9, p. 89-111. 2007.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. **A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia.** InFor, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 355-381. 2017. Disponível em: <<https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

PAULA, R. C. O. **O uso de experimentos históricos no ensino de física: integrando as dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula.** 2006. 140f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Química, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

PEREIRA, M. R. **História da Ciência no Ensino Médio: experimentos de Lazzaro Spallanzani sobre reprodução animal.** 2014. 303 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

SALVADEGO, W. N. C. **Interpretação das gesticulações dos estudantes no laboratório de química baseada na semiótica de Peirce.** 2015. 167f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2015.

SANTOS, W. L. P. S. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131. 2008.

SANTOS, W. L. P. S. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, p. 49-62. 2012

SARTORI, P. H. S. **O processo de experimentação promovendo aprendizagens e competências científicas.** 2012. 228 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2012.

SICCA, N. A. L. O lugar da história da ciência nas políticas curriculares brasileiras para o ensino de química. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p. 1-14. 2015.

SILVA NETO, M. J. **Ensino de física pela comparação entre**

experimento e modelo teórico com uso da modelagem matemática. 2015. 131 f. Tese (Doutorado em Educação e Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Belém. 2015.

SILVA, F. R. *et al.* Experimentação em ciências: verificando a relação entre a teoria e a prática no ensino de genética em uma escola pública no município de Vitória de Santo Antão – PE. **Rev. Ciênc. Ext.** v. 13, n. 3, p. 160-170. 2017.

SILVA, G. **Formação continuada e prática docente de professores de ciências naturais nos anos iniciais do ensino fundamental.** 2015. 220 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 2015.

SOUSA JÚNIOR, F. S. **Química em cena:** uma proposta para formação inicial de professores de química. 2015. 247f. Tese (Doutorado em Química). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2015.