



Análise de roteiros experimentais de Química presentes nos livros didáticos do Ensino Médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD / Triênio 2015-2017)

Emerson Luiz dos Santos Veiga, Licenciado em Química, pela Universidade Estadual do Paraná, Campus de União da Vitória (2017), Mestrando em Química Aplicada pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, emerlsv@hotmail.com

Elias da Costa, Graduado em Química pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, Especialista em Educação Ambiental e Prática Escolar pela Faculdade Internacional de Curitiba / IBPEX (2006), Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2004), Doutor em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Paraná (2011), Professor Efetivo da Universidade Estadual do Paraná (Unespar) Campus de União da Vitória e Docente do Quadro Próprio do Magistério da Secretaria de Estado e Educação (Seed- Pr), oo@bol.com.br

Resumo: A experimentação no ensino de Química tem como objetivo ilustrar teorias de forma lúdica para facilitar o aprendizado, além de criar um ambiente favorável para a discussão de temas pertinentes à sociedade. Logo, deve ser constantemente utilizada pelo professor. Porém, nos últimos anos, vem sendo criticada por estudiosos da área por não alcançar seus principais objetivos. Conforme os critérios presentes no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de Química, também em concordância com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e as Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná para a disciplina de Química, a experimentação deve adotar uma metodologia construtiva e investigativa, abandonando a abordagem tradicional, que prioriza a reprodução de um roteiro de forma mecânica, sem a constante participação dos estudantes. Este trabalho é voltado para a busca de experimentos de fácil utilização pelo professor no livro didático, instrumento presente desde antes da metade do século passado nas escolas brasileiras. Foram analisados todos os 128 experimentos das quatro coleções de Química selecionadas pelo PNLD de 2015, averiguando se as propostas de atividades experimentais estão de acordo com o que é exigido nos documentos oficiais, com temas contextualizados, que proporcionem não só a construção do conhecimento, mas também a alfabetização científica. Após a análise verificou-se que cada coleção faz uso da experimentação com frequências e metodologias diferentes. Além disso, alguns temas, principalmente no terceiro volume de cada coleção, poderiam ser mais bem explorados. Algumas obras não trazem avisos suficientes de segurança ou descarte adequado de resíduos, fatores importantes para a correta execução de uma aula experimental. Por fim, é perceptível a necessidade de pequenas adaptações metodológicas e informativas nos livros selecionados pelo PNLD, para que a experimentação atinja seus objetivos e contribua para o desenvolvimento científico-social do aluno, associado também ao compromisso ambiental.

Palavras-chave: PNLD, Ensino Médio, Experimentação, Descarte de Resíduos, Ensino de Química.

Analysis of Chemistry experiments in high school textbooks approved by the National Textbook Program (PNLD / 2015-2017 Triennium)

Abstract: Experimentation in Chemistry teaching intends to illustrate theories in a playful way to facilitate learning and create a favorable environment for the discussion of relevant issues to society. Thus, it should be constantly used by the teacher. However, in recent years, it has been criticized by experts for not achieving its main goals. According to the criteria present in the National Textbook

Guide Program (PNLD) of Chemistry, also in accordance with the National High School Curriculum Guidelines and the Paraná State Curriculum Guidelines for Basic Education for the discipline of Chemistry, experimentation should adopt a constructive and investigative methodology, abandoning the traditional approach, which prioritizes breeding a mechanically written script, without a constant student participation. This article is focused on the search for experiments which can be easily applied by the teacher in textbooks, which are present since before the mid-twentieth century in Brazilian schools. All 128 experiments present in four chemistry textbooks collections selected by 2015 PNLD were analyzed, checking if the proposals of experimental activities are in line with what is required on official documents, bringing contextualized themes that provide not only the construction of knowledge, but also scientific literacy. After the analysis it was found that each collection uses experimentations in different frequencies and methodologies; moreover, some themes, particularly in the third volume of every collection, could be better explored. Some collections do not address safety warnings or proper discard of waste sufficiently, which are important factors for the correct execution of an experimental class. Lastly, the need of little informative and methodological adjustments in textbooks selected by PNLD is noticeable for experimentation to reach its goals and contribute to scientific and social student development, also associated with environmental commitment.

Key-words: PNLD, High School, Experimentation, Waste Discard, Chemistry Teaching.

Introdução

Há algum tempo percebe-se que a concepção social da Química é muito negativa, talvez por ser vista por muitos como uma ciência ambígua, estando presente na medicina, desenvolvendo novos fármacos que podem salvar vidas, e na tecnologia verde, com a criação de materiais biodegradáveis. Porém, também é citada como contribuinte para o aumento da emissão de gases poluentes, causadores do efeito estufa, além do enriquecimento de material radioativo, que pode ser utilizado tanto para gerar energia, quanto para a criação de armas nucleares (PENAGOS; LOZANO, 2010).

Esta ambiguidade, associada a inúmeras fórmulas matemáticas, cercada de teorias complexas e abstratas, que pode gerar a falta de interesse dos alunos, ocasionando o baixo rendimento, tem sido constatada em vários países. É necessário sensibilizar os professores para uma mudança de paradigma, onde a ciência não seja vista como um conjunto de verdades inquestionáveis, mas sim, que a ciência adote um papel de construção do conhecimento (SARAIVA-NEVES; CABALLERO; MOREIRA, 2006).

Para desmitificar as inverdades que acabam criando esta falsa imagem da Química e mostrar sua real participação no mundo, pode-se utilizar como ferramenta modificadora o ensino, o qual tem papel importante em criar nos estudantes um ceticismo rigoroso e crítico, que permita transformar suas crenças e atitudes. A utilização do enfoque educativo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), por exemplo, pode contribuir para a resolução de tal problemática (LEDESMA, 2015).

Em um contexto histórico, o movimento CTS surgiu por volta de 1970, fora do contexto educacional, com lemas pertinentes aos direitos dos cidadãos e à visão crítica social, buscando transformar a realidade onde vivemos para melhor. Vaz, Fagundes e Pinheiro (2009, p.108) relatam o que aproximou o movimento CTS do ensino:

O agravamento dos problemas ambientais pós-guerra, a tomada de consciência de muitos intelectuais com relação às questões éticas, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade da participação popular nas decisões públicas, estas cada vez mais sob o controle de uma elite que detém o conhecimento científico e, sobretudo, o medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos propiciaram as condições para o surgimento de propostas de ensino CTS.

Assim, o principal campo de investigação do movimento CTS tornou-se o ensino. É com a educação que se pode formar um cidadão crítico através de problemas sociais relevantes e controversos, como por exemplo, os aspectos ambientais, que são extremamente relevantes para este movimento. Em Química, temas como a poluição, efeito estufa e fontes de energia podem ser debatidos em sala em torno desta perspectiva (PRSYBYCIEM, 2015).

De acordo com Prsybyciem (2015, p. 54-56), no ensino de Química, muitos professores favorecem a “aprendizagem mecânica”, priorizando a memorização de fórmulas e a realização de cálculos, contribuindo para a desmotivação do estudante. Tal prática, oriunda da Pedagogia Tradicional, é muito antiga, mas ainda está presente nas escolas brasileiras (SAUTHIER; JUNGES, 2016). Prsybyciem (2015) ainda alerta que para as mudanças ocorrerem é indispensável uma mudança no currículo escolar e também na própria metodologia educacional, sugerindo a experimentação investigativa como estratégia para gerar discussões e também para favorecer a contextualização no enfoque CTS, instigando o aluno à resolução de problemas e à tomada de decisão.

Além de ser um instrumento facilitador da aprendizagem, a experimentação em Química exerce papel importante no despertar do interesse dos alunos e também em tornar a teoria menos abstrata. Muitas vezes a experimentação é associada ao caráter lúdico e motivador do aprendiz, proporcionando um melhor aprendizado do conteúdo ministrado pelo professor (GIORDAN, 1999).

Diversos autores como GIORDAN (1999), SCHWAHN; OAIGEN (2008), LEAL; MORTIMER (2008), SANTOS *et al.* (2009), GUIMARÃES (2009), GIANI (2010), LÔBO

(2012), entre outros, ressaltam a importância da utilização da experimentação no ensino de Química. Para Bueno e colaboradores (2003), as aulas experimentais permitem a troca de ideias e suposições do aluno com intermédio do professor durante a aula, minimizando a dificuldade do aluno em aprender Química, além de auxiliar na compreensão de fenômenos do cotidiano.

As Diretrizes Curriculares da Educação Básica para o Ensino de Química do Estado do Paraná ressaltam que as pesquisas sobre o papel da parte prática são “unânicas em considerar a importância da experimentação para uma melhor compreensão dos fenômenos químicos”, e também criticam a concepção mecanicista, pela qual o aluno permanece passivo, apenas aceitando a ciência como verdade absoluta, onde o conhecimento químico é descoberto e não construído, orientando o professor a não adotar esse encaminhamento metodológico, pois “não contribui para a compreensão da atitude científica” (PARANÁ, 2008, p. 66). Logo em seguida, o documento trata da importância da utilização da aula experimental:

As atividades experimentais, utilizando ou não o ambiente de laboratório escolar convencional, podem ser o ponto de partida para a apreensão de conceitos e sua relação com as ideias a serem discutidas em aula. Os estudantes, assim, estabelecem relações entre a teoria e a prática e, ao mesmo tempo, expressam ao professor suas dúvidas. Ainda que a palavra laboratório tenha como elemento de composição o prefixo *labor* – realizar à custa de esforço ou trabalho, trabalhar com cuidado –, a atividade laboratorial implica não somente fazer com as mãos, sentir e manipular, mas também, está relacionada à análise criteriosa e à articulação entre prática e teoria (PARANÁ, 2008, p. 67).

A prática da experimentação está presente há mais de 2300 anos, porém, apenas a partir do século XVII com o surgimento da Ciência Moderna, a experimentação ganhou grande importância no desenvolvimento do conhecimento científico. Nas escolas, as aulas experimentais estão presentes há mais de um século, e são alvo de várias críticas por não atingirem os resultados esperados, principalmente em facilitar o ensino (GIORDAN, 1999).

Apesar de muitos pesquisadores reconhecerem o potencial pedagógico das aulas experimentais, as críticas estão relacionadas ao modo com que as mesmas são aplicadas; isto pode ocorrer devido a diversos fatores, como a separação da teoria da prática, a falta de uma estrutura adequada, além da formação inicial e continuada de professores (GIANI, 2010).

Para Guimarães (2009), as críticas ao ensino tradicional devem-se ao comportamento passivo do aprendiz. O autor compara o mesmo a um mero ouvinte de informações, sendo que as informações transmitidas não estão relacionadas ao conhecimento

prévio do aluno, ocasionando uma aprendizagem não significativa. Para ele, a experimentação é uma estratégia eficiente para contextualizar o dia a dia do estudante, porém, vem sendo utilizada de maneira errada, fazendo com que o aluno não investigue os resultados alcançados:

[...] quando o experimento é realizado com a intenção de que os alunos obtenham os resultados esperados pelo professor, não há problema algum a ser resolvido, e o aprendiz não é desafiado a testar suas próprias hipóteses ou encontrar inconsistência entre sua forma de explicar e a aceita cientificamente. Terá apenas que constatar a teoria e desprezar as divergências entre o que ele percebeu e o que acha que o professor espera que ele obtenha (GUIMARÃES, 2009, p. 198).

A utilização de atividades experimentais torna possível que o estudante compreenda que a ciência “não é dada a priori ou constituída como um conhecimento fixo e imutável, mas sim fruto de um conhecimento desenvolvido por homens e que, portanto, sujeito a falhas” (GOULART; RUVIARO; DUTRA, 2015, p. 60).

Giordan (1999, p. 5) argumenta que “uma experiência imune a falhas mimetiza a adesão do pensamento do sujeito sensibilizado ao que supõe ser a causa explicativa do fenômeno, em lugar de promover uma reflexão racionalizada”, referindo-se ao erro experimental como algo que possibilita rompimento de uma explicação previsível; logo, a experimentação mantém o aluno “comprometido com sua aprendizagem”, devido ao aprendiz estar envolvido nos processos investigativos. A respeito do papel do professor, o autor enfatiza que o mesmo ocupa um lugar estratégico, principalmente na escolha de atividades experimentais que possibilitem o diálogo de “temas socialmente relevantes”, que vem ao encontro do enfoque CTS.

Schwahn e Oaigen (2008, p. 153) concordam que a experimentação é importante em diferentes níveis de escolarização, mas salientam alguns pontos que podem gerar dificuldade para a otimização das aulas experimentais, como “a falta de articulação entre teoria e prática” e “a falta de estrutura nos laboratórios das escolas”. Os autores também citam que o professor é o responsável pelo desempenho dos alunos.

Discutindo a respeito do que é inovar no ensino de Química através de falas de professores, Leal e Mortimer (2008) apontam que o ensino contextualizado e a experimentação são associados à ideia de inovação no ensino. Em um fragmento de entrevista, um professor expõe que a utilização de materiais alternativos, de baixo custo, surge como solução às condições precárias de muitas escolas. Em outro trabalho, Lôbo (2012, p.430) cita muitos outros problemas relatados por professores, como “dificuldades de

manipulação dos materiais do laboratório pelos alunos”, “baixo nível de compreensão dos fenômenos”, “tempo inadequado”, “dificuldade que os alunos têm de relacionar teoria e prática” e “conhecimentos teóricos insuficientes”. A autora conclui que é necessário aprofundar o debate epistemológico entre docentes e discentes, para assim “superar obstáculos presentes no currículo”, que estão associados a concepções inadequadas do conhecimento científico.

O despertar do interesse em aprender Química pode estar relacionado com a confecção de um material didático, permitindo assim a integração entre o conhecimento prévio do aluno e as informações apresentadas pelo professor, que juntos produzirão um conhecimento potencialmente significativo. A realização de oficinas temáticas, com o objetivo de desenvolver o senso crítico e a cidadania do aluno, através de temas relacionados à Química no nosso dia a dia, partindo de conhecimentos práticos e teóricos, proporciona a integração de várias áreas do saber (SANTOS, 2009).

Mesmo com o desenvolvimento de novas tecnologias, o principal instrumento de um professor, e, conseqüentemente, a fonte mais acessível para encontrar experimentos é, ainda, o livro didático, objeto de estudo deste trabalho. Porém, o próprio contexto pedagógico criado pelo uso do livro didático apresenta um caráter reproducionista, ou seja, a mera cópia daquilo que já foi feito inúmeras vezes, sem o desenvolvimento de um raciocínio hipotético para com o fenômeno observado (GÜLLICH; SILVA, 2013).

Mortimer (1988, p. 2), em seu trabalho sobre a evolução dos livros didáticos de Química, critica os livros que surgiram a partir da década de 1930 por “abandonar a postura do primeiro exemplificar para, só após a discussão de vários exemplos, generalizá-los mediante um conceito”. A respeito da evolução dos experimentos nos livros didáticos, Mortimer comenta:

Uma característica dos livros do período (década de 30), inalterada ao longo da história, é a ausência de sugestões de experimentos. Embora naquele primeiro período os livros sejam ricos em fatos experimentais muito bem descritos, não é comum apresentarem sugestões de experimentos a serem realizados pelos alunos. [...] Mais recentemente, a partir do final da década de 70, surgem projetos de ensino de química em que uma das preocupações centrais é a introdução de tais experimentos, como parte integrante do curso. Esses projetos têm grande importância na melhoria do ensino de química no 2º grau, mas infelizmente seu alcance é limitado, se comparado ao dos livros didáticos mais usados.

Em seu trabalho investigativo em torno dos critérios de escolha de livros didáticos, Maia e coautores (2011, p. 119) revelam que aqueles professores utilizaram a

experimentação como argumento e para tal decisão “em nenhum momento fizeram alusão à natureza das atividades experimentais, ou seja, se estas são de caráter investigativo ou ilustrativo”, enfatizando que os docentes, em alguns casos, escolhem a coleção simplesmente por constar nela uma aula experimental. Em uma pesquisa semelhante, Lima e Silva (2010), apuraram que os principais critérios utilizados para a escolha dos livros didáticos são a linguagem utilizada pelo livro, a diagramação (características como imagens e textos), a contextualização com o cotidiano, a experimentação e a forma de abordagem. Sendo que 49% dos professores entrevistados pelos autores citaram a presença de experimentos, porém, a escolha a partir desse critério está direcionada para a questão se o experimento é de simples execução ou não. Os autores revelam outro aspecto preocupante quanto à escolha do livro didático:

Os professores nem sempre fazem sua escolha após um exame minucioso de várias obras. Ele deixa-se influenciar pela pressão das grandes editoras, colegiado e, muitas vezes, pelos companheiros de profissão que, em consenso, adotam o mesmo autor que já vem sendo utilizado, o que reduz o tempo que disponibilizarão para a preparação das aulas. Outro fator a ser destacado é a falta de tempo para analisar as obras disponíveis no mercado (LIMA; SILVA, 2010, p. 134).

Nos dias de hoje, encontra-se um número considerável de experimentos dependendo da coleção de Química ofertada pelo Programa Nacional de Livro Didático (PNLD). O próprio arquivo digital disponível no site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que trata do PNLD de Química reconhece que a experimentação de caráter construtivista é a que deve ser utilizada pelos professores, constituindo uma dimensão importante na construção do conhecimento químico, sendo os fenômenos observados os meios para tal construção. O documento ressalta que as atividades de experimentação no ensino precisam ser investigativas, abrangendo observações, métodos, registros sistemáticos e elaboração de hipóteses, tornando-se uma “condição fundamental” para que a aprendizagem ocorra de forma que o estudante compreenda a Química como “campo gerador de perguntas e repostas provisórias e em permanente processo de reconstrução” (BRASIL, 2014, p. 9).

De maneira sucinta, o desenvolvimento prático ajuda, se trabalhado de forma correta, a motivar e aumentar o interesse dos alunos a aprender conceitos científicos, além de melhorar a capacidade cognitiva, favorecer a tomada de decisões e o pensamento crítico. Para isso, a abordagem tradicional, a qual leva o aluno a aprender passivamente, ou seja, realizar todo o experimento sem um raciocínio próprio, seguindo os procedimentos dados

pelo professor, faz com que o aluno queira apenas chegar à resposta certa, sem questionamentos sobre o observado (IBRAHIM *et al.*, 2014).

Portanto, a abordagem tradicional deve ser substituída por uma abordagem construtivista, que converse com o público jovem, dentro dos aspectos sociais e ambientais, onde o aluno possa compreender o experimento proposto de maneira ampla, gerando hipóteses e comprovando-as com o auxílio do conhecimento teórico. Neste contexto, é necessário repensar a forma com que a experimentação vem sendo tratada pelo livro didático, o qual é o único livro conhecido por grande parte da população brasileira, segundo pesquisa do Ministério da Cultura e do Programa Leia Brasil, fato que revela a importante responsabilidade deste instrumento na formação do aluno (FERREIRA; MACHADO, 2016).

Metodologia

Realizou-se uma pesquisa de caráter exploratório, considerando aspectos quantitativos e qualitativos, nas coleções de livros selecionados pelo PNLD para o Ensino Médio de Química, período vigente de 2015 a 2017, investigando o caráter que a experimentação assume, tendo em vista as novas concepções de ensino, alicerçadas na relação do estudante com a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Iniciou-se a pesquisa através do portal digital do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, onde está disponível o arquivo do Programa Nacional do Livro Didático da disciplina de Química. Nele há informações sobre as coleções que foram ofertadas às escolas públicas, além dos critérios utilizados para a seleção das mesmas. Dentre os critérios encontrados neste documento, destaca-se o critério 10, que indica que a coleção normatize seus experimentos de forma que os mesmos sejam:

[...] adequados à realidade escolar, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alertas acerca dos cuidados específicos necessários para cada procedimento, indicando o modo correto para o descarte dos resíduos produzidos em cada experimento (BRASIL, 2014, p. 14).

Tal critério mostra-se muito importante, pois determina que as coleções zelem não só pela abordagem do experimento, mas também por aspectos como segurança e meio ambiente. Consideramos um “experimento adequado à realidade escolar” aquele que pode

ser realizado com materiais e reagentes de fácil acesso, sem a necessidade de um laboratório de química, pois esta é uma condição de que poucas escolas desfrutam.

O Quadro 1 apresenta alguns dados bibliográficos das obras encontradas no arquivo do PNLD de Química e determina um número para cada obra, que será utilizado durante todo este trabalho, facilitando a identificação da obra analisada:

Quadro 1. Coleções selecionadas pelo PNLD de Química para o período de 2015-2017.

COLEÇÃO	AUTOR(ES)	EDITORA	ANO	Nº
Ser Protagonista – Química	Murilo Tissoni Antunes	SM	2013	1
Química	Martha Reis Marques da Fonseca	Ática	2013	2
Química Cidadã	Eliane Nilvana Ferreira de Castro Gentil de Souza Silva Gerson de Souza Mól Roseli Takako Matsunaga Salvia Barbosa Farias Sandra Maria de Oliveira Santos Siland Meiry França Dib Wildson Luiz Pereira dos Santos	AJS	2013	3
Química	Eduardo Fleury Mortimer Andréa Horta Machado	Scipione	2013	4

Em um primeiro momento, apurou-se como está distribuída a experimentação nos livros didáticos. De acordo com o exposto no documento do PNLD, espera-se encontrar uma quantidade relevante de experimentos em todas as obras. Na medida em que os mesmos foram encontrados, foram organizados de acordo com seus volumes, com o intuito de favorecer a comparação entre as coleções.

Logo em seguida, agruparam-se as propostas experimentais de acordo com seus volumes, independentemente da coleção, com o objetivo de obter uma visão ampla sobre os temas mais e menos abordados, verificando assim, quais temas necessitam de um enfoque maior por parte da experimentação.

Em conformidade com o critério 10 da avaliação das obras pelo PNLD anteriormente citado, investigou-se a presença de avisos sobre equipamentos de segurança necessários para a realização do experimento. Além disso, ainda de acordo com este critério, avaliou-se a presença do descarte adequado de resíduos que podem ser gerados durante a aula prática.

A experimentação, segundo as novas concepções de ensino, não deve ser de caráter puramente reproducionista, o que impede o estudante de desenvolver a sua alfabetização científica. Para averiguar tal construção do conhecimento, analisaram-se os exercícios e os roteiros das aulas experimentais presentes nas obras, buscando compreender se a abordagem proposta pelos autores está adequada a um enfoque que desenvolva no estudante um raciocínio construtivo.

Resultados e Discussão

Ao buscar atividades experimentais nas obras do PNLD, constataram-se diferentes frequências de uso da experimentação em cada obra. Quantitativamente, as coleções 1 e 4 foram as que mais apresentaram propostas de experimentos, como demonstra a Figura 1:

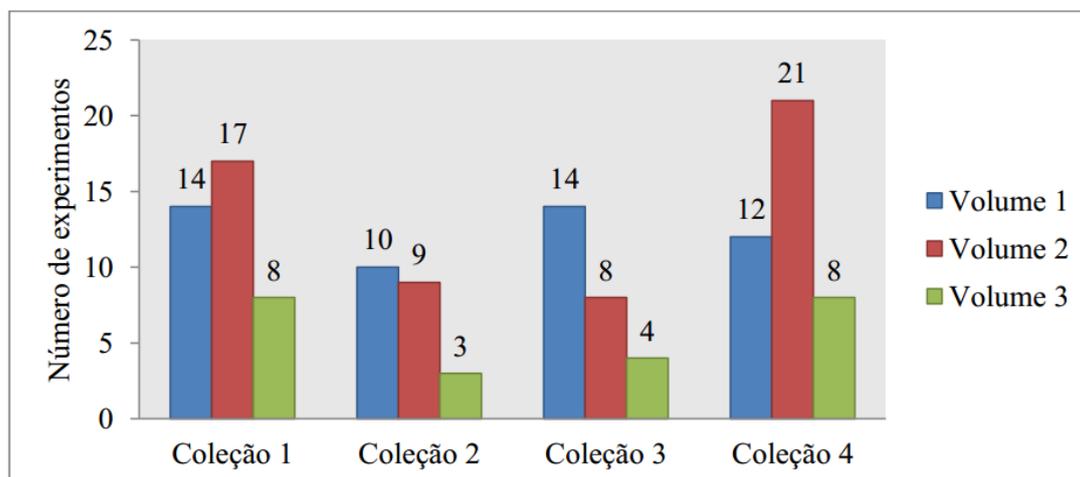


Figura 1. Quantidade de experimentos por obra e volume.

Nas coleções 1 e 2 a quantidade de experimentos pôde ser identificada no sumário das obras. Já na obra número 3, os autores adotaram uma subseção denominada “Química na escola” para referir-se à experimentação, que não é exibida diretamente no sumário dos livros, dificultando a busca pelas propostas de experimentos. Na obra 4, o autor utiliza o termo “atividade”, que pode ser tanto de cunho experimental, quanto textual ou pesquisatório, conforme exposto no guia do professor.

Em todas as coleções foram relacionadas apenas as atividades de caráter essencialmente experimental, não contabilizando outras atividades como a construção de modelos e interpretação de textos e gráficos, por exemplo, que também são importantes para a contextualização e facilitação do ensino e da aprendizagem.

Observando a Figura 1, pode-se notar uma queda acentuada de experimentos no terceiro volume de cada coleção. De todos os 128 experimentos presentes nas obras, os que pertencem ao terceiro volume somam aproximadamente 18% de toda a experimentação ofertada nos livros didáticos de Química. Essa quantidade é consideravelmente inferior aos volumes 1 e 2, que representam, respectivamente, cerca de 39% e 43% do total.

Existe quase que uma “tradição” onde os conteúdos relacionados à Química Orgânica e à Bioquímica são trabalhados apenas no terceiro ano do Ensino Médio, provavelmente por serem conteúdos que historicamente se afastaram dos demais, constituindo áreas muito específicas da Química.

Nas coleções de livros didáticos, não é diferente. Estruturalmente, temas como funções orgânicas, polímeros e alimentos, são apresentados de maneira mais aprofundada no terceiro volume por todas as coleções.

Como estes campos da Química são facilmente relacionáveis com inúmeras situações do cotidiano, temas provenientes dos mesmos poderiam ser mais bem explorados experimentalmente nas coleções. Os poucos experimentos encontrados no volume 3 de todas as coleções foram classificados de acordo com seus temas, conforme demonstra a Figura 2:

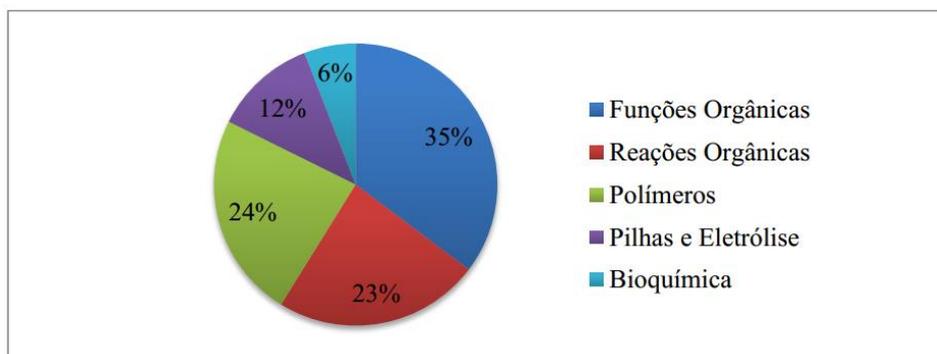


Figura 2. Temas abordados no volume 3 das coleções de Química do PNLD de 2015.

É importante salientar que em duas coleções os autores utilizaram a construção de modelos para trabalhar conteúdos relacionados à geometria ou isomeria. Por um critério de uniformidade, estas atividades não foram contabilizadas como experimentos, em vista de que as demais obras trabalharam estes temas de maneira semelhante, porém não as considerando como atividades experimentais.

Muitas vezes práticas envolvendo a Química Orgânica e Bioquímica exigem maior tempo, além de materiais e reagentes mais aprimorados, devido principalmente à cinética lenta e à complexidade das reações. Realizando uma breve busca, é possível encontrar prontamente experimentos com essas temáticas, de fácil reprodução em sala de aula, como por exemplo, as práticas “Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos” (LIMA et al., 2007), “Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções” (FRANCISCO JUNIOR, 2008) e “Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico” (ALMEIDA et al., 2012).

Outro aspecto importante a ser verificado, presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), é incentivar o aluno a preocupar-se com o meio ambiente. Tal aspecto é relevante não apenas para a Química, mas também para todas as áreas do conhecimento, conforme o documento sugere em suas bases legais:

Condutas ambientalistas responsáveis subentendem um protagonismo forte no presente, no meio ambiente imediato da escola, da vizinhança, do lugar onde se vive. Para desenvolvê-las é importante que os conhecimentos das Ciências, da Matemática e das Linguagens sejam relevantes na compreensão das questões ambientais mais próximas e estimulem a ação para resolvê-las (BRASIL, 2000a, p. 81).

Em outro trecho, nos PCNEM para as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, especificamente em Química, o documento indica que a abordagem “ligada à sobrevivência e ao desenvolvimento sócio-ambiental sustentável”, oportuniza “o não estabelecimento de barreiras rígidas” entre as áreas da Química, assim, eliminando a “memorização descontextualizada” do ensino de Química (BRASIL, 2000b, p. 36).

Promover a contextualização socioambiental no ensino é uma ferramenta que auxilia na aplicação do enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), movimento posterior ao CTS, oriundo da década de 1990, baseado na preocupação com o avanço científico-tecnológico na sociedade e seu impacto ambiental. Conseqüentemente, a aplicação do enfoque CTSA no ensino básico pode influenciar positivamente no pensamento crítico dos estudantes (COSTA et al, 2015).

Nos experimentos presentes nas obras do PNLN de Química o cuidado ambiental também deve se fazer presente. Uma vez que os experimentos propostos poderão ser repetidos inúmeras vezes, é de grande importância que os mesmos contenham avisos sobre o tratamento dos resíduos que serão gerados, evitando contaminações de pequena escala nos ambientes escolares, além de favorecer a conscientização ambiental dos alunos. Conforme

esclarece o critério 10 da avaliação dos livros didáticos, cada experimento deve conter o descarte adequado de resíduos. Porém, ao buscar esta informação, pouco mais da metade (56,25%) de todos os roteiros experimentais apresentaram o que foi solicitado, como ilustra a Figura 3:

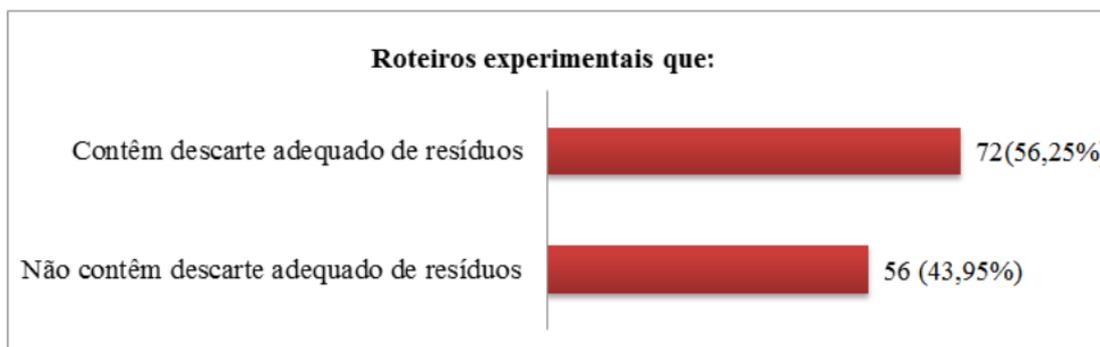


Figura 3. Quantidade de propostas experimentais que contêm ou não descarte adequado de resíduos.

As coleções 1 e 3 trouxeram avisos sobre o descarte em todas as propostas experimentais; já as coleções 2 e 4, apenas em alguns experimentos que geram resíduos de maior periculosidade ao meio ambiente. Em todas as obras foram encontradas orientações aos professores sobre o descarte adequado, como por exemplo, na coleção 2, em que a autora se mostra preocupada em fornecer experimentos de fácil acesso, que não ofereçam riscos ao professor, ao aluno ou ao meio ambiente, porém ressalta que é “extremamente difícil abolir” a utilização de reagentes químicos. Os autores da coleção 4 orientam que o professor esteja atento ao descarte, buscando alternativas junto às universidades que possam conter um sistema mais adequado para o destino de resíduos, ou ainda, a queima destes em fornos de indústrias, evitando então jogar produtos na pia ou no ralo. Contudo, ainda é possível encontrar avisos para que os descartes sejam despejados na rede de esgoto, como mostra a Figura 4:

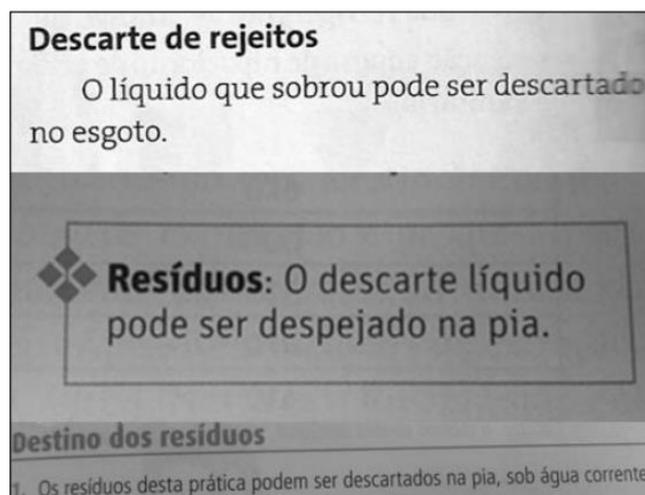


Figura 4. Forma que os livros didáticos de Química no PNLD (2015-2017) trazem o descarte de resíduos em alguns experimentos. Fonte: Elaborado pelo autor.

Descartar no sistema de esgoto não é correto, mesmo que em pequenas quantidades, pois tais práticas podem desincentivar o aluno a preocupar-se com o meio ambiente, abrindo a possibilidade da generalização do descarte inadequado para situações semelhantes. A título de exemplo, o simples despejo de alguns tipos de sais, que são muito utilizados nestas aulas, podem causar incrustações ou corrosões, danificando o sistema de esgoto e levando pequenas quantidades de metais para os recursos hídricos.

Apesar do cuidado com o meio ambiente deixar a desejar em alguns pontos, as normas de segurança para a realização dos experimentos, que envolvem a utilização de equipamentos de proteção individual, são satisfatórias na maioria das coleções. No total, quase 80% das atividades experimentais possuem avisos de segurança; o restante são propostas que envolvem materiais como água em temperatura ambiente e outros reagentes menos perigosos, como exposto pela Figura 5. Além disso, todas as obras trazem textos sobre normas de segurança em laboratórios, sejam destinados apenas ao professor (estando presentes no manual do professor do livro didático), ou para os alunos, com a aplicação de atividades reflexivas (interpretação de textos, pesquisas e questionários).

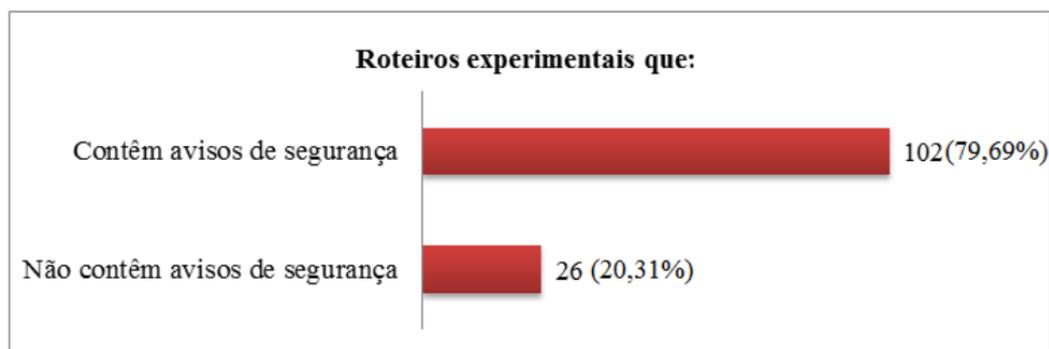


Figura 5. Quantidade de propostas experimentais que contêm ou não avisos de segurança.

Muitos autores relatam que o problema central das atividades experimentais, causador da sua inefetividade, é a abordagem tradicionalista adotada pelo professor ao realizar as mesmas, quando o docente evita a participação do estudante, direcionando todo o experimento através do roteiro, como se este fosse uma “receita de bolo”, sempre inalterado, chegando ao fenômeno conhecido sem surpresas e sem a necessidade de uma investigação mais profunda. Essa superficialidade desmotiva o estudante, que não consegue compreender a aplicabilidade do experimento com situações rotineiras, e, muito menos, com seu importante papel na comprovação de leis, teorias e paradigmas da Química.

Segundo Suart e Marcondes (2009, p. 51), se a abordagem construtiva e investigativa for adotada na experimentação, o estudante “possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos estudados e os conceitos que os explicam”, alcançando assim o objetivo da aula experimental, que, desta maneira privilegiará “o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o raciocínio lógico”.

Galiazzi e Gonçalves (2004, p. 328) relatam que “é consenso que o aluno aprende a partir daquilo que sabe”, sugerindo que o professor conduza a forma de pensar do aluno por meio de um “questionamento oral sustentado no diálogo”, contribuindo para que o estudante rompa com a “visão dogmática de ciência”. Os autores afirmam ainda que, quando o professor começa a passar a “questionar e a problematizar” o conhecimento exposto, a aprendizagem é favorecida.

Para Bueno *et al* (2003, n.p.) as “perspectivas construtivistas”, de forma bem ampla, caracterizam-se por meio dos seguintes aspectos, durante o processo de aprendizagem:

- a) cada pessoa constrói individualmente seus próprios significados para as experiências que vivencia;
- b) por ser individual, essa construção é diferente para cada pessoa guardando, contudo, certa comunalidade;

c) muitas dessas construções envolvem a ligação das novas idéias e experiências com outras, que a pessoa já sabe e acredita.

Nesta perspectiva, o livro didático deve auxiliar o professor, inserindo atividades que proporcionem um ensino contextualizado, investigativo e construtivo. Ao buscar tais características nas coleções de livros didáticos de Química, notou-se que dentre as particularidades citadas anteriormente, a contextualização se fez presente em todos os livros. De maneira mais evidente, destaca-se a coleção 4, que, antes de trazer atividades experimentais, utiliza textos muito bem articulados com aspectos de importância socioambiental. Por outro lado, a coleção 1 poderia contextualizar melhor a experimentação, pois a metodologia de propor experimentos ao final dos capítulos acaba criando uma separação desnecessária com o conteúdo, tornando as atividades uma ferramenta para gravar fundamentos teóricos, sem problematizar a mesma de maneira aprofundada; como consequência, a construção do conhecimento por parte do estudante é prejudicada.

Em um experimento construtivo, espera-se que o aluno, após a atividade, passe do seu conhecimento prévio, dito muitas vezes como empírico, para um conhecimento científico através de uma investigação. Neste sentido, sobressaem-se as obras 2 e 4, que buscam, principalmente através de exercícios, fazer com que o aluno pesquise, reflita e argumente de maneira crítica não só a situação apresentada, mas também leis ambientais e informações presentes em produtos comercializados, por exemplo. Na coleção 3, os autores, muitas vezes, apresentam respostas aos questionamentos dos experimentos logo na sequência da atividade, desvalorizando a investigação dos fenômenos; além disso, como na coleção 1, os exercícios são menos elaborados, levando o estudante a respostas mais diretas e imediatas.

Um ponto positivo para a experimentação em todas as coleções foi a preocupação dos autores em fornecer atividades com materiais simples, que são facilmente acessíveis para uma escola que não tem um laboratório, salvo raras exceções. Em alguns casos, os autores trouxeram avisos de onde os reagentes e materiais podem ser encontrados, como por exemplo, em farmácias e agropecuárias.

A fácil reprodução dessas atividades permite que as mesmas estejam cada vez mais presentes no dia a dia das aulas de Química, reconhecendo então, sua importante participação na facilitação do ensino e também no favorecimento da alfabetização científica, qualidade

que, segundo Chassot (2003), pode não apenas facilitar a leitura do mundo em que vivemos, mas também levar a entender a necessidade de transformá-lo em algo melhor.

Considerações finais

Não é de hoje que na experimentação o professor assume um papel de protagonista, enquanto o aluno é apenas um mero ouvinte. Muitas vezes isso acontece devido à insegurança do professor em deixar o estudante manusear equipamentos e reagentes, seguindo um roteiro exaustivamente utilizado, levando a prática sempre ao resultado esperado. Essa experimentação de caráter reproducionista ocasiona o desinteresse do estudante, devido à falta de participação do mesmo, sem a geração de hipóteses próprias e sem a associação da prática ao cotidiano. Além disso, somam-se os fatos de algumas propostas experimentais não informarem o correto descarte de resíduos químicos e os procedimentos de segurança necessários para a execução da aula em questão, induzindo o aluno a questionar a superficialidade da aula experimental.

Logo, é evidente a urgência em se adotar uma nova abordagem na experimentação, onde o estudante possa estabelecer sua aprendizagem relacionando o seu conhecimento prévio e o cotidiano com o que se deseja investigar, ou seja, é preciso inserir um ensino contextualizado, com situações-problema que façam os jovens refletirem sobre o papel da Química na sociedade. Neste contexto, é importante que os livros didáticos tragam propostas com uma abordagem construtiva mais clara que a apresentada até então, para que o aluno deixe de ter a função de coadjuvante e participe efetivamente de todo o processo, gerando hipóteses e investigando-as através de um fundamento teórico, oportunizando a aprendizagem significativa e a alfabetização científica através da experimentação.

Ainda que todas as obras oferecidas pelo PNLD tenham pontos a melhorar, principalmente na problematização dos experimentos e na relação destes com diversos aspectos, como segurança e meio ambiente, dependerá do próprio professor empregar uma metodologia eficaz, com o enfoque na participação do aluno durante as aulas, para que assim a experimentação vá além do seu objetivo histórico de comprovar teorias, e proporcione também o raciocínio crítico para as questões sociais, ambientais e tecnológicas que permeiam a Química.

Referências

ALMEIDA, V. V. *et al.* Análise qualitativa de proteínas em alimentos por meio de reação de complexação do íon cúprico. In: **Química Nova na Escola**, v. 35, n.1, 2013, p. 34-40.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Química: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2014, p. 1- 63.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio, Parte I – Bases Legais**. Brasília: MEC, 2000a, p. 1-109.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000b, p. 1- 58.

BUENO, L. *et al.* **O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas**. Disponível em: <unesp.br/prograd/ENNEP/...%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2016.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. In: **Revista Brasileira de Educação**, n.22, 2003, p. 89-100.

COSTA, F. M. *et al.* CTSA no ensino de Química: um estudo realizado em duas universidades públicas da capital do estado do Pará. In: **Anais Eletrônicos do 14º ENCONTRO DE PROFISSIONAIS DA QUÍMICA DA AMAZÔNIA**. Belém: CRQ VI/PA, 2015. Disponível em: <<http://www.14epqa.com.br/areas-tematicas/ensinoquimica/42-P276-283-ctsa-no-ensino-dequimica-um-estudo-realizado-em-duas-universidades-publicas-da-capital-do-estado-do-para.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

FERREIRA, D. C. A. M.; MACHADO, C. J. O conteúdo de ecologia nos livros didáticos do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2012. In: **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 14, n.1, 2016, p. 25-35.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. In: **Química Nova na Escola**, n.29, 2008, p. 8-13.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. In: **Química Nova**, v. 27, n.2, 2004, p. 326-331.

GIANI, K. **A experimentação no ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma aprendizagem significativa**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Brasília: Universidade de Brasília, 2010, 190f.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: **Anais Eletrônicos do II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**.

Valinhos: ABRAPEC, 1999. Disponível em: <www.nutes.ufrj.br/abrapec/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2016.

GOULART, G. S.; RUVIARO, C. T.; DUTRA, C. M. Atividade experimental no ensino de física: uma ferramenta didática na aprendizagem de conceitos físicos. In: **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 13, n.2, 2015, p. 57-68.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. In: **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, 2009, p. 198-202.

GÜLLICH, R. I. C.; SILVA, L. H. A. O enredo da experimentação no livro didático: construção de conhecimentos ou reprodução de teorias e verdades científicas? In: **Revista Ensaio**, v.15, n.2, 2013, p. 155-167.

IBRAHIM, N. H. *et al.* “Typical” teaching method applied in Chemistry experiment. In: **Procedia - Social and Behavioral Sciences (ELSEVIER)**, v. 116, 2014, p. 4946-4954.

LEAL, M. C.; MORTIMER, E. F. Apropriação do discurso de inovação curricular em química por professores do Ensino Médio: perspectivas e tensões. In: **Ciência & Educação**, v. 14, n. 2, 2008, p. 213-231.

LEDESMA, J. M. La virtud, un paradigma filosófico loable en la educación química. In: **Quimotrivia Rejecta**, v. 26, n.1, 2015, p. 43-49.

LIMA, M. E. C. C.; SILVA, P. S. Critérios que professores de química apontam como orientadores da escolha do livro didático. In: **Química Nova na Escola**, v. 12, n.2, 2010, p. 121-136.

LIMA, S. L. T. *et al.* Estudo da atividade proteolítica de enzimas presentes em frutos. In: **Química Nova na Escola**, n.28, 2008, p. 47-49.

LÔBO, F. S. O trabalho experimental no ensino de Química. In: **Química Nova**, v. 35, n. 2, 2012, p. 430-434.

MAIA, J. O. *et al.* O livro didático de Química nas concepções de professores do Ensino Médio da região sul da Bahia. In: **Química Nova na Escola**, v. 33, n.2, 2011, p. 115-124.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. In: **Em Aberto**, n. 40, 1988, p. 1-12.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**

– **Química**. Disponível em: <www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/diretrizes/dce_quim.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2016.

PENAGOS, W. M. M.; LOZANO, D. L. P. La imagen pública de la química y su relación con la generación de actitudes hacia la química y su aprendizaje. In: **Tecné, Episteme y Didaxis**, n. 27, 2010, p.67-93.

PRSYBYCIEM, M. M. **A experimentação investigativa em um enfoque CTS no ensino das funções químicas inorgânicas ácidos e óxidos na temática ambiental.** 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia). Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015, 213f.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). In: **Scientia Plena**, v. 9, n.7, 2009, p. 2-6.

SARAIVA-NEVES, M. S.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. C. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula – um estudo exploratório. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, v.11, n.3, 2006, p. 383-401.

SAUTHIER, K. D.; JUNGES, K. S. Pressupostos teóricos e percepções docentes em torno da didática. In: **Revista Ensino & Pesquisa**, v. 14, n.1, 2016, p. 12-24.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). In: **Acta Scientiae**, v. 10, n. 2, 2008, p. 151-169.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. In: **Ciências & Cognição**, v. 14, n.1, 2009, p. 50-74.

VAZ, C. E.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: uma revisão. In: **Anais Eletrônicos do I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Ponta Grossa: UTFPR, 2009. Disponível em: <www.sinet.com.br/anais2009/artigos/1%20CTS/CTS_Artigo8.pdf>. Acesso em: 26 out. 2016.