



A EXPERIMENTAÇÃO E A PILHA DE DANIELL NUMA ABORDAGEM DEMONSTRATIVA-INVESTIGATIVA

THE EXPERIMENTATION AND THE DANIELL BATTERY IN A DEMONSTRATIVE-INVESTIGATIVE APPROACH

Lucas Peres Guimarães¹

lucaspegui@hotmail.com

Denise Leal de Castro¹

denise.castro@ifrrj.edu.br

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Nilópolis

RESUMO

Este trabalho relata a experiência da aplicação de uma atividade experimental investigativa em um laboratório didático escolar, buscando-se contribuir, assim, com relato didático voltado à participação ativa dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Essa proposta visa à construção e reconstrução dos conhecimentos científicos relacionados a um tema recorrente no Ensino Médio: a eletroquímica, no caso do experimento realizado, a pilha de Daniell. Dados coletados por meio de questionários e por diário de campo durante a aplicação desse conteúdo, em uma turma de 2º ano do nível médio de escolaridade em uma instituição privada, apontam que ele foi bastante relevante, uma vez que foi visível a reflexão que fizeram acerca do tema. Para isso, desenvolveu-se o experimento da pilha de Daniell que é tradicional na educação básica, e a reflexão e criticidade dos educandos ocorreu no acompanhamento do processo em diferentes momentos de medidas da diferença de potencial (ddp).

PALAVRAS-CHAVE: Atividade experimental investigativa; Eletroquímica; Ensino de Química.

ABSTRACT

This work reports the experience of implementation of an investigative activity in a school's experimental laboratory, seeking to contribute, as well, with didactic reports focused on the active participation of students in the teaching and learning process. This proposal aims at the construction and reconstruction of scientific knowledge related to a recurring topic in Secondary Education: electrochemistry, in this case of the experiment, the stack of Daniell. Data was collected using questionnaires and logbooks during the application of that content, in 2nd year class of the high school in a private institution. Its results indicate that the content was quite relevant, since it was visible by the reflections made by the students about the theme. To do this, we developed the experiment of the Daniell cell, that is traditional in basic education, and during the monitoring of the process, in different moments of measures of the difference of potential (DDP), students' reflection and criticality occurred.

KEYWORDS: *Experimental investigative activity; electrochemistry; teaching of chemistry.*

INTRODUÇÃO

Neste trabalho, destacamos a importância do conceito de pilha para o estudo de química no Ensino Médio, considerando que vários fenômenos podem ser explicados a partir desses conteúdos, tais como o funcionamento de vários aparelhos eletrônicos, muito presentes no cotidiano desses alunos. É um conceito que está entre os mais exigidos em avaliações externas no Ensino Médio e, em geral, se apresenta como conteúdo de difícil compreensão (CARMEL e PACCA, 2011; LIMA e MARCONDES, 2005).

A atual situação educacional apresenta uma forte rejeição por parte dos alunos quanto à rotina escolar. Esse sentimento pode ser evidenciado de várias formas, como a indiferença que os alunos demonstram em relação aos saberes advindos da escola. Além disso, a evasão e um grande número de alunos retidos ao final do ano escolar é um fator muito preocupante no cenário educacional atual. De um modo geral, o ensino de química transmite aos alunos um determinado conjunto de leis, teorias, modelos e conceitos produzidos pela disciplina, e, a partir disso, ocorre a transmissão e acúmulo de informações científicas, das quais poucas são associadas ao cotidiano do aluno. Desse modo, desconsidera-se o papel da educação científica, que é o de promover uma formação crítica e reflexiva dos estudantes para compreender a química como um processo de construção do conhecimento humano e coletivo, já que existem vários fatores envolvidos, tais como os de ordem social, econômica, política e cultural.

A eletroquímica é um conteúdo tradicional nos currículos escolares de química e muitas vezes é vista como um obstáculo à aprendizagem dos alunos no Ensino Médio: "é um conteúdo considerado de difícil compreensão por parte dos alunos, tendo sido apontadas dificuldades conceituais" (SANJUAN et al., 2009). É comum se observar nas escolas muitos alunos apresentarem dificuldade de aprendizagem desse assunto, e o momento no qual eles têm o primeiro contato com a eletroquímica é no 2º ano do Ensino Médio.

O conhecimento da eletroquímica - e, mais notadamente, o funcionamento da pilha - é complexo, pois exige um raciocínio mais elaborado. Afinal, não é fácil entender as reações de oxidação e redução, já que uma substância transfere elétrons para outra, e essa transferência de elétrons gera corrente elétrica, sendo para a maioria dos alunos, um conhecimento muito abstrato e difícil de se fazer analogias macroscopicamente.

Geralmente, o livro didático do Ensino Médio explica o funcionamento das pilhas e baterias por esquemas e desenhos que, de modo geral, não apresentam conexões com o contato que o aluno possui com esses artefatos no seu dia a dia (CARMEL e PACCA, 2011).

A abordagem deste assunto em sala de aula tem a possibilidade de abranger vários assuntos relacionados ao dia a dia dos alunos. Na literatura, encontram-se muitos trabalhos que reportam dificuldades a respeito do processo ensino-aprendizagem vinculadas ao tema eletroquímica, já que os tópicos mais apontados nesses trabalhos contemplam alguns conceitos, tais como oxidação, redução e corrente elétrica (LIMA e MARCONDES, 2005).

Silva e Amaral (2017) propõem que as estratégias didáticas e a interação do professor com o aluno devem ser muito bem planejadas para o aprendizado de conceito químico considerado difícil. As autoras afirmam que as interações dialógicas e discursivas devem ser adotadas no uso do recurso didático, de forma a estabelecerem diálogo com os estudantes. O espaço de diálogo aberto pelo professor possibilita que ocorra a escuta entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino, e a diversidade de modos de pensar no processo traz muito mais significado para os conceitos científicos. Aulas tradicionalmente expositivas, com padrões de interações praticamente inexistentes, não possibilitam inovações e surpresas e não favorecem o aprendizado (SILVA e AMARAL, 2017).

De um modo geral, as atividades que envolvem experimentos são muito comuns aos professores de química, mas utilizá-las com um fim em si mesmas não basta. É importante observar, ao utilizar essa estratégia didática, como serão apresentadas as questões propostas que irão nortear a atividade, como irão ser geradas discussões e reflexões e se estas determinarão se realmente o experimento contribuirá para um ensino dialógico e participativo. Espinoza (2010) defende que, ao se utilizar o recurso didático da experimentação, é importante que o professor faça escolhas para o momento da atividade, levando em consideração os objetivos propostos e como estes o levarão para uma maior reflexão.

Os experimentos podem ser utilizados com diferentes objetivos e fornecer variadas contribuições para o processo de ensino da química. Os professores geralmente relatam que a motivação é o principal objetivo dos experimentos. Contudo, Oliveira (2010) diz que os experimentos podem fornecer várias outras contribuições, dentre as quais podemos citar:

- desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, a iniciativa pessoal e a tomada de decisão;
- estimular a criatividade;
- aprimorar a capacidade de observação e registro de informações;
- analisar dados, propor hipóteses para os fenômenos, entender conceitos científicos;
- detectar e corrigir erros conceituais dos alunos.

Ao realizar um experimento, em geral o professor não consegue valorizar todos esses objetivos e metas enunciados acima; afinal, têm se tratado aqui de objetivos/metasp de natureza bem distinta. Por outro lado, entende-se que, dados esses objetivos, é possível que o experimento não tenha apenas um fim em si mesmo: em algum momento, o aluno atingirá um ou mais desses objetivos que irão contemplar inclusive atitudes e procedimentos importantes para a sua cidadania, que é o principal objetivo da educação básica.

É importante pensar a experimentação além de uma simples aplicação de uma receita, com um roteiro fechado e com um resultado prévio. Deve-se ter em mente que os estudantes poderão confirmar, ampliar e modificar seu próprio referencial teórico, abrindo espaço para uma aula que envolva uma experimentação com resultado aberto, para um aprendizado com a diversidade de formas de realização e de pensamento (BORGES, 2002).

A atividade experimental proposta nesse trabalho se identifica com as ideias de Silva, Machado e Tunes (2011). Esses autores defendem as atividades demonstrativas investigativas: são demonstrativas pelo fato do professor realizar o experimento enquanto os alunos observam coletivamente, e são investigativas pois essas atividades não têm a finalidade de testar a veracidade de uma teoria, como se isso fosse possível e necessário em sala de aula, mas sim de verificar sua capacidade de generalização e de previsão.

Adicionalmente, as experiências demonstrativas-investigativas são experiências abertas e utilizam reagentes e materiais simples que não geram resíduos. Silva, Machado e Tunes (2011) recomendam que esse tipo de atividade experimental seja conduzido por um questionamento inicial, que estimule a curiosidade e interesse dos estudantes. É de suma importância essa pergunta inicial para o professor conhecer a concepção prévia dos alunos, e favorecer a participação durante a realização da atividade, uma vez que o fechamento dessa atividade consiste em responder a pergunta inicial, levando o aluno a perceber a importância do conhecimento científico exposto.

Como nós, professores, conseguimos avaliar se os alunos conseguiram aprender os conhecimentos químicos de maneira adequada devido à abstração presente na eletroquímica,

inerente ao seu processo cognitivo, utilizando formas distintas de se expressar? Nesse sentido, compreendendo a construção do aparato para o conceito da eletroquímica, mais especificamente para a pilha de Daniell, procurou-se utilizar uma abordagem experimental demonstrativa-investigativa, de maneira coletiva e participativa, para articular a representação dos conceitos propostos. Logo, para este trabalho, apresentamos a proposição, o desenvolvimento e os resultados de uma abordagem experimental mais participativa por parte dos alunos, do tradicional experimento da pilha de Daniell, levando também em conta a mudança da prática pedagógica do professor, que também é o pesquisador.

A ABORDAGEM INVESTIGATIVA: UMA NOVA POSSIBILIDADE PARA A EXPERIMENTAÇÃO

A atividade experimental investigativa traz como pressuposto o aluno como sujeito ativo no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Borges (2002, p. 303), “qualquer ação pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz, e se este estiver em pleno controle de suas ações”. Essa atividade apresenta um caráter de construção do conhecimento a ser apresentado, pois se baseia na resolução de um problema por meio de uma atividade experimental planejada e realizada pelos educandos.

Oliveira (2009) afirma que, na abordagem experimental investigativa, os alunos assumem a responsabilidade pelo processo de investigação, possuem total liberdade na proposição de hipóteses e na execução do experimento proposto. Ressalta, também, a importância do professor no papel de mediador na proposição da situação-problema e no decorrer da atividade.

Esse trabalho assumirá como definição de atividade experimental investigativa:

[...] aquelas atividades nas quais os alunos não são meros espectadores e receptores de conceitos, teorias e soluções prontas. Pelo contrário, os alunos participam da resolução de um problema proposto pelo professor ou por eles mesmos; elaboram hipóteses, coletam dados e os analisam; elaboram conclusões e comunicam os seus resultados aos colegas. O professor se torna um questionador, conduzindo perguntas e propondo desafios aos alunos para que estes possam levantar suas próprias hipóteses e propor possíveis soluções para o problema (SUART, 2008, p. 27).

Assim é importante pensar em um novo paralelo entre a química e o ensino desta. No sentido de uma abordagem investigativa, os estudantes são instigados a fazer uma pergunta para iniciar a atividade, já que o questionamento é o mais importante nessa atividade. Bianchini e Zuliani (2009) defendem que a proposição do problema é muito importante na abordagem experimental investigativa, e a composição de perguntas bem elaboradas e relacionadas ao cotidiano do estudante é muito importante, pois irá incentivá-los na busca da resolução da atividade.

Cabe ressaltar que nenhuma investigação se inicia sem conhecimentos específicos. O planejamento desse tipo de atividade é importante para que os alunos possuam conhecimentos necessários para os orientarem na investigação. Portanto, em uma atividade experimental investigativa, o professor precisa trabalhar todos os conhecimentos necessários para a resolução do problema que pretende propor, como os conteúdos conceituais necessários, os conceitos matemáticos e os procedimentos experimentais envolvidos, necessários para solucionar o problema apresentado, como defendem Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010).

Diante desses aspectos, é possível afirmar que as atividades experimentais com abordagem investigativa devem considerar principalmente a elaboração e a realização de testes de hipóteses, a proposição de procedimentos experimentais, a elaboração de conclusões e a comunicação dos resultados (GIBIN e SOUZA FILHO, 2016).

As atividades experimentais investigativas passaram por uma extensa revisão bibliográfica pelo trabalho de Hofstein e Lunetta (2003). Nesse estudo, os autores apontam que essa abordagem de ensino possibilita aos estudantes o planejamento de investigações, o uso de experimentos na coleta de dados, seguido de interpretação e análise, e a comunicação dos resultados entre os próprios estudantes. Os autores ainda mencionam a argumentação e o uso de justificativas científicas das afirmações, mudança de atitudes e maior interesse pelo conhecimento científico como vantagens desse tipo de abordagem experimental.

Azevedo (2004) propõe algumas formas de se trabalhar atividades investigativas, tais como: demonstrações investigativas, laboratório aberto, questões abertas e problemas abertos. Na demonstração investigativa, no momento inicial, é apresentado um problema aos estudantes e, após essa fase, é desenvolvido o experimento e os estudantes realizam as reflexões relativas sobre ele, elaborando hipóteses para explicá-lo. Para concluir a atividade, o professor sistematiza os conhecimentos envolvidos, abordando todos os conceitos necessários para a compreensão do experimento e para a resolução do problema.

A proposta de laboratório aberto é definida por Azevedo (2004) em seis momentos distintos: a proposta do problema, o levantamento de hipóteses, a elaboração do plano de trabalho, a montagem do arranjo experimental e coleta de dados, a análise de dados e a conclusão. Nas questões abertas, são propostos aos alunos fatos que estão presentes em seu cotidiano e a explicação advém de conceitos construídos em aulas anteriores. Por fim, os problemas abertos são situações gerais, apresentados aos grupos ou à turma, nos quais se discutem as possíveis soluções para o problema. Diferente das questões abertas que envolvem apenas conceitos, o problema aberto deve levar à matematização dos resultados.

Zuliani (2006, p. 45) define que a realização de atividades investigativas deve acontecer da seguinte maneira:

- apresentação dos temas de interesse do cotidiano e a escolha de um deles pelos participantes;
- elaboração de um projeto de pesquisa em grupo, relacionado ao tema escolhido pelos estudantes;
- apresentação e discussão do projeto elaborado com o grupo;
- desenvolvimento da atividade proposta;
- elaboração do relatório preliminar, privilegiando as observações e a discussão dos resultados;
- exposição dos resultados para os demais estudantes e discussão das atividades.

As atividades experimentais investigativas desenvolvem habilidades cognitivas nos alunos de diferentes graus, o que torna essa abordagem muito importante para ser expandida no ensino de química (SUART e MARCONDES, 2009). Essa abordagem diferenciada pode proporcionar melhoria nos modelos mentais dos alunos em relação aos conceitos envolvidos, já que eles são incentivados a formular hipóteses e planejar a execução de procedimentos experimentais em busca da resolução para o problema proposto.

Desse modo, considera-se que a realização de previsões pelos alunos sobre os experimentos também envolva o aspecto cognitivo. Os estudantes podem utilizar os

conhecimentos teóricos e também os procedimentais para formular hipóteses em atividades investigativas e, assim, o processo de previsão, observação e explicação pode ser realizado dentro das atividades investigativas.

Existem vários autores que apontam níveis de abertura nas atividades experimentais investigativas. Tamir (1991 *apud* SANTIAGO, 2011) é um dos que sugerem níveis de abertura de investigação que serão apresentados na Tabela 1. No nível 0, é possível afirmar que a atividade tem um caráter tradicional, uma vez que o aluno ocupa uma postura passiva e o professor é quem fornece o problema, os procedimentos experimentais e a conclusão, e resta ao estudante exibir uma receita pré-definida. Em uma investigação de nível 1, os problemas e os procedimentos são dados, e os estudantes têm a liberdade de propor as suas conclusões, cujo resultado é aberto à interpretação. No nível 2, o problema é proposto pelo professor, e os estudantes podem elaborar os procedimentos experimentais e as conclusões. Em uma atividade investigativa de nível 3, os alunos têm um elevado grau de liberdade e podem sugerir todas as etapas: o problema, os procedimentos experimentais e as conclusões.

Quadro 1: Níveis de abertura propostos por Tamir (1991).

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em Aberto
Nível 2	Dados	Em Aberto	Em Aberto
Nível 3	Em Aberto	Em Aberto	Em Aberto

Fonte: TAMIR, 1991, *apud* SANTIAGO, 2011, p. 38.

Assim, Borges (2002) aponta que não existe uma rigidez na atividade investigativa; sendo categorizada em diferentes níveis, pode ser adaptada à diferentes realidades. Quanto à atividade experimental tradicional, existe um roteiro predefinido em que os estudantes não apresentam uma postura ativa e uma interação dialógica com o professor, não sobrando outra alternativa a eles a não ser seguir os procedimentos determinados por um roteiro. A atividade experimental investigativa visa se contrapor a esse modo de realizar experimento, tendo em vista que existem vários níveis de abertura para investigação, ou seja, em um experimento, os estudantes podem sugerir um problema, elaborar os procedimentos experimentais e a forma que irão coletar os dados e também interpretá-los, bem como as conclusões e apresentação dos resultados. Além disso, os objetivos de uma atividade experimental investigativa vão muito além de comprovações de leis que já estão postas. Essa abordagem abre espaço para a exploração do fenômeno de forma muito mais completa pelos educandos. Por fim, pode-se destacar que, em uma atividade experimental investigativa, os alunos apresentam uma mudança de atitude em relação à abordagem experimental tradicional, na qual o estudante é um mero espectador de resultados predefinidos; já na abordagem investigativa, ele assume uma postura ativa e passa a exercer um maior papel de protagonismo.

O Experimento tradicional incorporando o viés investigativo

Nesta seção, será discutida a inserção de algumas orientações em experimentos que são feitos tradicionalmente pelos professores de química, para que incorporem algumas características da abordagem investigativa. Muitas vezes, os experimentos utilizados na

educação básica são levados pelos educadores desta disciplina por estes terem sido utilizados na sua formação inicial.

Dessa forma, existe uma grande quantidade de experimentos tradicionais que estão disponíveis em diversas literaturas. Para elaborar experimentos com abordagens investigativas, é possível usar esses experimentos, que são tão comuns para os professores, e adaptá-los no modo de apresentar e aplicar aos alunos.

Pode-se iniciar essas adaptações no experimento tradicional em um investigativo, por meio da elaboração de algumas questões. Gibin e Souza Filho (2016) propõem quatro questões principais, que devem ser consideradas no processo de planejamento das atividades experimentais investigativas:

1. Como transformar um experimento conhecido em uma questão de pesquisa?
2. Quais são os procedimentos experimentais que os alunos devem conhecer previamente?
3. Quais são os conceitos científicos e matemáticos que já devem ter sido trabalhados?
4. Quais são os materiais e reagentes que devem ser utilizados para resolver o problema?

Como já foi discutido anteriormente, Bachelard (1996) observa que, na ciência, “em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas [...] todo conhecimento é resposta de uma pergunta”. Desse modo, é possível traçar o paralelo entre o ensino de química e a química, já que todo o conhecimento construído teve como base inicial um questionamento, característica que é presente na abordagem experimental investigativa. Cabe ressaltar que os estudantes precisam se acostumar com esse tipo de abordagem, pois ela exige altos níveis cognitivos e é necessário que seja mediada pelo professor.

Portanto, um dos principais pontos para a transformação de um experimento com abordagem tradicional em investigativa é a elaboração de um questionamento inicial, que, para resolvê-lo, os estudantes terão que construir hipóteses, realizar procedimentos experimentais e propor as suas conclusões.

Um outro ponto que é muito importante é o planejamento do momento em que serão inseridos os conceitos envolvidos - físicos, químicos ou matemáticos - ao realizarem uma atividade investigativa (VALDÉS CASTRO e GIL PÉREZ, 1996). Como na abordagem investigativa o aluno adquire certa autonomia, é muito importante que seja feito um levantamento de todos os conceitos e procedimentos experimentais envolvidos que os alunos terão que utilizar na atividade investigativa. O professor poderá elaborar, por exemplo, um mapa conceitual do experimento e realizar a sua organização hierárquica conceitual e procedimental.

Outro fato que deve ser considerado nas atividades investigativas diz respeito aos materiais e reagentes: se os estudantes não estiverem acostumados com esse tipo de abordagem experimental, é importante que o professor forneça orientações de como utilizá-los. Quando a abordagem investigativa já for conhecida dos estudantes, essas orientações podem ser retiradas.

Por último, é possível dividir a atividade experimental investigativa em dois momentos: individual e em grupo. Gibin e Souza Filho (2016) defendem que essa divisão traz à atividade maiores momentos de discussão, uma vez que no primeiro, cada estudante pensaria individualmente nas hipóteses para a resolução do problema, as quais geralmente são muito simples e reduzidas; no segundo momento, com a discussão em grupo, o aluno poderia inserir

novos elementos à sua hipótese até que chegasse a um consenso geral para iniciar os procedimentos experimentais.

METODOLOGIA

Esse trabalho utilizou-se do método qualitativo. Segundo Lakatos e Marconi (2010), este método é usado quando percepções e entendimentos são buscados sobre a natureza geral de uma questão e o espaço para interpretação é aberto. Isso se deve ao fato de que o pesquisador se insere no contexto que, nesse caso, é o laboratório didático da instituição privada onde foi desenvolvido o estudo. Assim, o pesquisador se torna o instrumento principal da pesquisa, pois, mesmo utilizando instrumentos para a coleta de dados, são suas concepções e interpretações que guiarão o resultado da pesquisa.

A análise foi feita seguindo uma perspectiva qualitativa e descritiva a partir da apreciação das falas e das respostas aos questionamentos, da interação professor-aluno, aluno-aluno e do material escrito dos estudantes. Buscou-se avaliar nessas respostas as inserções que os alunos propuseram no desenvolvimento do experimento e a reflexão crítica que os alunos tinham relacionada aos valores fornecidos pelo livro didático, contida nas respostas quanto ao comparativo feito com o valor encontrado no livro didático utilizado nas aulas de Química. As transcrições das falas dos alunos foram realizadas pelo próprio professor, que também é o pesquisador, e o instrumento de coleta de dados é o diário de campo compreendido como

forma de documentação profissional articulada ao aprofundamento teórico, o diário de campo, quando utilizado em um processo constante, pode contribuir para evidenciar as categorias emergentes do trabalho profissional, permitindo a realização de análises mais aprofundadas (LIMA; MIOTO; DAL PRÁ, 2007, p. 97).

Falas sem significados, como brincadeiras dos alunos, evocação de atenção para atividade, conversas paralelas que não se relacionam com o contexto da aula não foram levadas em consideração, uma vez que não contemplam os objetivos da pesquisa. Porém, estas falas não representam um número expressivo e não interferiram no resultado da pesquisa.

Este relato compreende um desdobramento da disciplina Tópicos de Química I de um Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, a partir de uma das aulas que tratava da transformação de um experimento tradicional em investigativo e as dificuldades de se ensinar eletroquímica. Esta atividade foi aplicada no ano letivo de 2017 em duas turmas de 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular no município de Barra Mansa (RJ), totalizando 33 alunos. Foram utilizadas para coletar os dados: a observação livre feita nas aulas e o conjunto de questões fornecidas no final do experimento. Ao início da atividade, os alunos receberam códigos de A1 a A33, objetivando sua identificação nos registros das questões e garantindo um ambiente receptivo à formulação de hipóteses, já que, assim, o professor não teria como identificá-los, deixando um ambiente mais favorável para a formulação de hipóteses.

A escola apresenta infraestrutura para a realização de atividades experimentais, com um laboratório didático, o que facilita a realização de testes, principalmente os de demonstração investigativa, devido à disponibilidade de materiais e reagentes necessários. O laboratório contém vidrarias e reagentes suficientes para a realização das atividades experimentais em grupos ou individuais.

A experimentação demonstrativa-investigativa foi utilizada devido ao fato de os alunos não estarem acostumados com a experimentação por investigação, isso exige tempo e

costume por parte dos educandos (BORGES, 2002). Assim, a experimentação por demonstração foi incorporada a atividade proposta para que o professor pudesse exercer um maior papel de mediação no processo a fim de auxiliar os alunos, para que eles propusessem questionamentos e apontassem caminhos possíveis quando se vissem em uma situação incomum, dentro de uma abordagem experimental mais tradicional (SILVA; MACHADO e TUNES, 2011; AZEVEDO, 2004).

Para o trabalho, se determinou o conteúdo químico da pilha de Daniell para ser investigado. Será apresentada aqui a análise da sequência de duas aulas de cinquenta minutos cada, as quais podem ser separadas em três momentos, seguindo os pressupostos de Suart e Marcondes (2008):

1. pré-laboratório: análise e discussão do experimento da pilha de Daniell no livro didático, para que os alunos falem de suas concepções sobre o experimento e o professor analise-as; nesse momento, há o levantamento de hipóteses a partir do questionamento inicial proposto;
2. laboratório: momento em que os alunos vão à bancada realizar o experimento em grupos;
3. pós-laboratório: discussão com toda a sala para a conceituação final e possíveis generalizações, a fim de que os alunos tentassem extrapolar a situação experimental.

O pré-laboratório teve a duração de uma aula de cinquenta minutos e também se utilizaram alguns minutos da segunda aula. Grande parte do tempo da segunda aula foi para a realização da atividade experimental investigativa e, nos dez minutos finais, ocorreu a discussão e análise dos dados obtidos para verificar a diferença de potencial (ddp) encontrada na pilha. Os alunos levaram questões propostas pelo professor para serem respondidas por escrito em casa.

Durante a etapa no laboratório, os alunos formaram cinco grupos de cinco alunos e dois grupos de quatro alunos. Cada estudante recebeu do professor uma folha com instruções para a realização da atividade, já que a turma não conhecia a dinâmica deste tipo de atividade. Essa folha foi estruturada em um roteiro aberto, em que o aluno tinha um certo grau de liberdade para propor as conclusões. Contudo, foi planejada uma etapa de laboratório dialógica, em que os alunos tinham que contestar os procedimentos experimentais propostos e até mesmo mudá-los. As questões propostas ao final exigiam o raciocínio e o diálogo dos participantes do grupo para sua resolução.

No momento pós-laboratório, foi trabalhada a conceituação do que foi visto experimentalmente. As questões escritas foram debatidas com toda a turma para posterior análise individual, as quais possuíam níveis diferentes: algumas exigiam apenas conceituações matemáticas e/ou químicas; já outras, habilidades cognitivas para a análise de variáveis externas ao experimento.

Segundo Rivard e Straw (2000), as questões escritas são muito importantes para o ensino e aprendizagem, pois estas demandam um maior esforço cognitivo do escritor. Assim, o ato de escrever exige que o estudante refine o seu pensamento, contribuindo para um maior entendimento dos conhecimentos construídos em uma atividade, resultando na consolidação e organização de suas ideias. No processo da escrita, os estudantes precisam interagir, compartilhar ideias, clarificar e distribuir conhecimento.

A ATIVIDADE E SEUS RESULTADOS

A atividade experimental proposta contemplou aspectos relativos à abordagem investigativa, levando-se em conta uma participação que levasse a um maior protagonismo dos estudantes, e suas percepções com relação ao fenômeno estudado, comprando-o ao que foi visto no livro. Os momentos dessa atividade foram preparados para que o aluno se sentisse protagonista no processo de construção do conhecimento, e se envolvesse em todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento do exercício. Para o início e a elaboração desta atividade investigativa, foram planejados os seguintes aspectos:

- Situação-problema - Muitas vezes, os alunos e os professores se deparam com esquemas e representações nos livros didáticos que não se relacionam com a realidade. Um desses casos é a pilha de Daniell, cuja variação de potencial (quantidade de energia) é de 1,1 volt. Contudo, esse valor foi colocado no livro de uma forma que muitos não conhecem.
- Problema - Como se pode determinar a quantidade de volts presentes na pilha de Daniell representada no livro didático?
- Conhecimentos prévios - Levantamento de questões com os alunos, sobre os conhecimentos a respeito da pilha: qual é a origem da pilha? Por que as pilhas são tão diferentes? Como esse valor de 1,1 volt foi determinado?
- Informações - Apresentação de algumas explicações acerca do funcionamento teórico da pilha de Daniell, estimulando a busca de informações sobre a evolução do processo de fabricação desta.
- Hipóteses/sugestões - Solicitação aos alunos que, baseados em seus conhecimentos, apresentem sugestões de como fazer a determinação da voltagem da pilha de Daniell.
- Experimento - Será fornecido um roteiro para a realização da montagem da pilha de Daniell, com uma tabela para anotação dos dados.
- Questão proposta para análise dos dados - Comparação do valor teórico da ddp e do valor encontrado, estabelecendo possíveis relações para a diferença desses valores.
- Conclusão - Avaliação do erro causado pela diferença de valores encontrados, argumentando-se se a pilha montada está de acordo com o que foi estudado no livro.

No momento inicial, em sala de aula, o que denominamos de pré-laboratório, o professor da turma, que é também um dos responsáveis pela pesquisa, coletou informações a respeito das concepções dos estudantes sobre o funcionamento de uma pilha. Foi solicitado aos estudantes que fizessem uma leitura do livro didático e que explicassem de maneira prática e objetiva o funcionamento da pilha de Daniell. Também foi pedido que falassem a primeira coisa que viesse à mente sobre o funcionamento desta pilha, enunciado no livro didático. Tal atividade foi importante para verificar quais conhecimentos os estudantes possuíam sobre o assunto e quais as ideias eram associadas através da leitura do livro didático ao funcionamento da pilha de Daniell.

Grande parte dos alunos associou a pilha de Daniell a um “experimento de um cientista” que era difícil de ser explicado, pois muitos afirmavam não imaginar o funcionamento como estava descrito nas páginas do livro didático. Essa ideia informa que o esquema representativo da pilha, que é ensinado apenas no livro didático, não é elucidativo para o aluno entender o funcionamento da pilha. Esse momento inicial mostra a importância de uma análise crítica do que é ensinado e de quão abstrato é o conhecimento químico transmitido aos educandos, ficando evidente na fala de alguns alunos, das quais destacamos:

A 16: "Não sei por que se chama pilha o experimento desse cientista".

A 18: "É muito diferente associar uma pilha normal com a experiência dele. Como ele conseguiu ver a energia?".

A 23: "Como ele mediu os volts?".

A 31: "A primeira coisa que me vem à mente quando penso em pilha é algo menor".

Todas essas concepções enunciadas são provenientes de um conhecimento transmitido, que muitas vezes é abstrato demais ao cotidiano de um adolescente. Este tem suas experiências e observações pessoais, e que, nessa situação, é importante que sejam superadas para um melhor entendimento do fenômeno observado. Tal superação, todavia, não significa a imposição de um saber pelo professor. Essa superação acontece no diálogo, mediante o qual os estudantes devem reconhecer a necessidade de superar suas ideias para compreender melhor o tema em questão.

Antes do momento do laboratório, o professor levou os alunos a uma análise crítica do que foi colocado para eles até aqui: "Qual garantia temos de que a pilha de Daniell possui 1,1 volt? Como podemos aceitar essa informação?". Nesse momento, alguns alunos se colocaram em uma postura mais passiva, mencionando que o livro não erra; e outros se colocaram de forma mais curiosa, ativa e crítica, o que é muito importante para um experimento trabalhado por um viés investigativo.

Já no laboratório didático da escola, conhecendo as concepções e interpretações dos estudantes acerca do estudo do funcionamento da pilha de Daniell, até então, somente através de esquemas nos livros didáticos, a discussão foi retomada agora de forma mais ampla, com a realização do teste. Essa prática experimental consistia em reproduzir a pilha de Daniell; contudo, essa reprodução teria uma reflexão crítica sobre o que vai ser demonstrado. Assim, esse experimento foi realizado a partir do roteiro apresentado (MATIAS, 2008). Essa atividade experimental foi escolhida pela dúvida que foi levantada no momento anterior ao laboratório, assim, haverá um momento de oportunidade de discussão e riqueza de dados e informações necessárias a uma melhor compreensão dos conceitos fundamentais de eletroquímica, além de permitir uma relação muito enriquecedora entre os três aspectos do conhecimento químico: fenomenológico (evidência das transformações químicas por meio da medida do voltímetro); modelos e teorias (mecanismos de funcionamento de uma pilha); simbólico (representações das semirreações de oxidação e redução).

Optou-se por realizar a demonstração investigativa pois, segundo Azevedo (2004), é uma atividade experimental em que, no momento inicial, se apresenta um problema; após isso, é realizado o experimento com reflexões dos resultados; por último, o professor sistematiza todos os conhecimentos envolvidos em uma abordagem geral de todos os conceitos da química nessa atividade proposta para a resolução do problema inicial.

A montagem desse experimento consiste em um béquer limpo, ao qual são adicionados 20 ml de sulfato de cobre. É colocada parte do eletrodo de cobre, deixando uma ponta para fora do béquer. Após isso, prende-se, com o auxílio de uma garra, um fio no eletrodo de cobre. Em outro béquer limpo, são adicionados 20 ml de sulfato de zinco, e se coloca parte do eletrodo de zinco, deixando uma ponta para fora do béquer. Depois, prende-se com o auxílio de uma garra um fio no eletrodo de zinco. Na preparação da ponte salina, enche-se o tubo em U com a solução de nitrato de potássio e veda-se as pontas do tubo com um chumaço de algodão (não deixar que fiquem bolhas de ar dentro do tubo). Na montagem da pilha, deve-se colocar o tubo em U de forma que as suas extremidades entrem em contato com ambas as células (uma ponta em cada célula eletrolítica). Conecta-se as extremidades dos fios que

estão ligados aos eletrodos nas entradas do voltímetro. Após isso, deve-se observar a ddp gerada com o auxílio de um voltímetro.

Aparentemente, pode parecer que somente é abordado o conteúdo de eletroquímica, mas, no desenvolver das atividades, vários conceitos também foram discutidos, pois, na medida em que iam sendo necessários para a compreensão dos fenômenos, eles se ampliavam e, portanto, iam adquirindo um novo significado. Conceitos como solubilidade de gases em água, fenômenos de transferência de elétrons, equilíbrio químico, energia envolvida nas transformações químicas e indicadores ácido-base são exemplos disso. No decorrer da prática experimental, foi demonstrado um grande interesse pelos educandos devido à passagem de energia que o voltímetro mostrava, e todos os dados medidos foram anotados, bem como a voltagem medida no decorrer da atividade. No primeiro momento, foi de 0,2 volt, e após um tempo, mediu-se a ddp, sendo encontrado o valor de 1 volt. Pode-se enfatizar esse interesse a partir das seguintes hipóteses elaboradas, e descritas nos seguintes diálogos:

A12: "Será que o voltímetro está com defeito?"

A8: "Eu acho que o livro pode estar errado."

A27: "Não! O livro nunca pode estar errado, com toda certeza é o voltímetro."

A32: "As coisas nesse laboratório são muito velhas, com certeza o que foi usado está vencido."

Nesse instante, o aluno A31 que cursou no ano anterior um curso técnico em Eletrônica, analisou o voltímetro e percebeu que o aparelho estava funcionando normalmente, descartando assim a hipótese levantada por A12. Em seguida, foram fornecidas as embalagens dos reagentes utilizados na atividade, e foi visto que estavam na validade, descartando a hipótese levantada por A32. Por fim, foi trabalhado no momento pós laboratório a hipótese do "erro" do livro didático.

Após o experimento, o momento pós-laboratório serviu para avaliar a eficiência da proposta pedagógica, com uma pergunta a esse respeito sendo elaborada. Seguem alguns depoimentos de alunos referentes as questões propostas:

A7: "Descobri coisas que não imaginava ocorrer na pilha analisando apenas o esquema do livro".

A15: " Só vendo o livro não dá a impressão que é a mesma pilha que utilizamos no nosso dia a dia".

A22: "Antes, as aulas de laboratório nós já sabíamos o resultado antes de fazer, só que dessa vez o professor não deu as respostas, isso foi estranho no início porque fiquei meio sem saber o que fazer"

A29: " Eu fiquei muito curioso pra saber se o livro estava certo ou errado".

A30: " Foi ruim saber que o livro poderia ter errado, nunca pensei que podia ter uma informação errada nele".

Para o aluno realizar uma reflexão crítica após o experimento, foi feito um questionamento com relação ao valor encontrado: "O livro aponta que a ddp encontrada por Daniell é de 1,1 volt, e esse valor teórico foi o mesmo encontrado experimentalmente?".

A 8: "A diferença se dá pelo tempo em que durou, o segundo durou muito menos tempo".

A 16: "(...) o segundo tem menos tempo de espera".

A 27: "O do experimento foi menor já que ele teve menor tempo para a transferência de elétrons".

A 31: "Assim o primeiro possui mais volts, pois ficou mais tempo passando elétrons, enquanto o segundo estava começando o processo".

Cerca de 22 dos alunos relacionaram a voltagem medida com o auxílio do aparelho, a variação do potencial de redução, e confrontaram o valor encontrado com a transferência de elétrons e com o processo espontâneo de uma pilha, já que, na maioria das respostas, foi encontrada a correlação do tempo com a transferência de elétrons de maneira natural e espontânea, sem a intervenção de agentes externos.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesse trabalho puderam mostrar a inquestionável importância da realização de atividades experimentais no ensino de química para construção do conhecimento científico, além de desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo, a tomada de decisão, estimular a criatividade e corrigir erros conceituais (OLIVEIRA, 2010). Na realização da atividade, pode-se observar que a participação dos alunos foi adequada ao processo de construção da atividade, o que contribuiu para um maior interesse no conteúdo químico proposto.

O experimento realizado se caracterizou como uma demonstração investigativa, por envolver um problema inicial que foi apresentado, e após isso, realizado o experimento. Depois da reflexão feita através de várias questões que instigavam a participação ativa dos alunos, o professor sistematizou os conceitos eletroquímicos envolvidos para a resolução do problema inicial (AZEVEDO, 2004).

Essa atividade investigativa seguiu as delimitações de Zuliani (2006), ou seja, inicialmente realizou-se a apresentação da pilha como uma temática de interesse do cotidiano dos alunos; após isso, partiu-se para a elaboração de hipóteses do experimento em grupo, relacionado ao tema escolhido pelos estudantes. Por fim, elaborou-se uma apresentação e discussão do experimento realizado com o grupo e um relatório preliminar, privilegiando as observações e a discussão dos resultados, e assim ocorreu a exposição dos resultados para os demais estudantes e discussão das atividades. Além disso, as hipóteses feitas nos grupos foram pensadas, primeiro, individualmente, e em seguida, ocorreu uma divisão em grupos para que os argumentos fossem confrontados. Os estudantes tiveram a liberdade de testar os procedimentos experimentais e modificar da melhor maneira, já que estes já possuíam os conceitos necessários para isso. Elaboraram um relatório preliminar e apresentaram seus resultados para a classe de modo que todos pudessem discutir e refletir criticamente os resultados encontrados.

Os alunos participaram ativamente, se mostrando instigados em observar, para que fossem formuladas as hipóteses na resolução do problema alegado. Segundo Borges (2002), a atividade investigativa não demonstra a rigidez de um roteiro fechado, podendo ser adaptada e aberta para os alunos formularem hipóteses e até mesmo realizarem procedimentos experimentais que não foram previstos anteriormente.

Com o trabalho sendo efetuado, o professor estará ponderando os conhecimentos iniciais dos alunos e respeitando o que trazem de fora da escola, porque cada um tem um tempo, uma vivência e uma maneira de internalizar seu aprendizado, que muitas vezes não ocorre apenas observando-se o esquema de um livro didático. Borges (2002) ressalta a importância da atividade experimental investigativa se iniciar a partir da concepção dos alunos, uma vez que a formulação de uma situação-problema é de suma importância para o interesse dos educandos.

O principal fator a ser considerado no processo de transformação de um experimento tradicional para investigativo, implementado nessa atividade, foi a formulação do

questionamento inicial (GIBIN e SOUZA FILHO, 2016). Notou-se um maior interesse dos alunos em responder às indagações do professor, apesar de demonstrarem uma postura muito passiva no início. Mesmo muitas vezes ocorrendo repostas não totalmente corretas, constatou-se que os alunos se mostraram muito mais à vontade de formular hipóteses ao se sentirem protagonistas na construção de seu conhecimento.

Por mais que a relação da diferença de potencial entre os momentos observados não tenham atingido a totalidade da classe, é possível afirmar que os resultados, uma abordagem mais “aberta” desse experimento, confirmam que o desenvolvimento dessa proposta para o tema eletroquímica proporcionou um processo de ensino aprendizagem mais participativo para a construção dos conhecimentos pelos estudantes. Fato que pode ser constatado no interesse deles durante as aulas, no envolvimento ao longo das atividades e na melhora considerável no decorrer das avaliações realizadas ao final de cada bimestre. Ressaltam-se os pontos considerados nos estudos de Hofstein e Lunetta (2003) nos quais afirmam que as atividades experimentais investigativas auxiliam na formulação de hipóteses, argumentação e justificativa dos resultados encontrados.

Através de uma análise mais global do rendimento como um todo, acredita-se que os alunos conseguiram compreender melhor e se interessar um pouco mais pelo assunto abordado, pois, após o experimento, os educandos foram capazes de elaborar as devidas conexões entre o aspecto fenomenológico, as teorias e as representações simbólicas. Constatou-se que os estudantes se tornaram mais críticos e reflexivos quanto ao papel da química e do cientista na imagem que cada um possuía.

Os diálogos quase inexistentes durante as aulas de química tornaram-se frequentes, transformando uma aula expositiva com uma boa interação dialógica, o que possibilita maior eficiência no aprendizado e na utilização das estratégias didáticas planejadas. Durante as atividades, procurou-se sempre fazer com o que o aluno expusesse o seu pensamento, e também promover uma ampla participação e envolvimento destes, conduzindo a argumentação em classe entre professor-alunos e alunos-alunos (SILVA e AMARAL, 2017).

Cabe ressaltar a importância do planejamento da atividade experimental feita anteriormente à sua implementação, já que é de suma importância que sejam pensados os conceitos e procedimentos que serão utilizados, para a garantia da autonomia do aluno durante a atividade (FERREIRA, HARTWIG E OLIVEIRA, 2010). Desse modo, torna-se importante destacar o professor como mediador nesse processo, pois cabe a ele propiciar situações de aprendizagem que permitam integrar tudo o que acontece na atividade, favorecendo a construção do conhecimento pretendido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desse experimento com a abordagem investigativa se configurou em momentos bem significativos para os estudantes, tendo em vista o processo dialógico existente na atividade, principalmente por estes terem tido uma participação ativa devido ao fato do processo de construção do conhecimento ter acontecido pelas dúvidas dos alunos, por meio dos questionamentos levantados pelo professor, configurando-se um ambiente mais propício para a formulação de hipóteses e para a correção de erros conceituais que, muitas vezes, não aparecem em uma aula expositiva.

O experimento realizado se caracterizou como uma abordagem investigativa por envolver a participação dos alunos de modo ativo na resolução de um questionamento inicial, permitindo que estes elaborem hipóteses, explicitem suas ideias e discutam com seus pares.

A atividade vem de um problema inicial que os estudantes possuíam com relação ao entendimento da pilha de Daniell que, através do planejamento desse experimento investigativo, foi possível identificar as concepções alternativas deles, permitindo que estes participem das discussões, formulem pressuposições e analisem os dados para alcançarem uma possível solução para o problema, bem como reflitam de forma crítica sobre o que estava sendo visto em sala de aula.

Partindo do experimento investigativo, foram discutidos com os alunos os conceitos de oxirredução, processos espontâneos e a pilha de Daniell, permitindo-se a participação de todos nas aulas, mediando-se a interação com questões para elucidar dúvidas, e não com questões avaliativas e punitivas como são comumente aplicadas, auxiliando na construção do conhecimento científico escolar.

O objetivo principal do experimento realizado foi atingido, pois os alunos conseguiram observar de forma mais visível o processo de formação de uma célula eletrolítica e analisar o que era mostrado na teoria pelas representações esquemáticas do livro, além de observar uma maior participação dos estudantes no processo de construção do conhecimento, uma vez que os alunos foram levados a questionar o valor da ddp fornecido pelo livro didático.

Outra consideração positiva que deve ser apontada é aquela que leva o professor a refletir sobre sua prática, buscando-se ampliá-la e sempre melhorá-la. É possível considerar que as atividades descritas devem ser ampliadas, levando-se em conta que elas contribuem para complementar as atividades que já estavam sendo realizadas em sala de aula, como exercícios e aulas relacionando o conteúdo da eletroquímica com o cotidiano dos alunos, exemplificando suas relações como um meio para obter energia muito presente em vários aparelhos eletrônicos.

Além da mudança de rotina da aula, o que provoca uma mudança de postura dos educandos e do desenvolvimento de competências relacionadas à comunicação, a abordagem colocada em prática possibilitou um refinamento conceitual relativamente elevado no que concerne à pilha de Daniell. Cabe ainda ressaltar o aumento do papel participativo dos estudantes, resultado da abordagem investigativa. A análise dessas últimas permitiu inferir sobre o prosseguimento da atividade e o delineamento de novas questões a serem refletidas durante a atividade.

De um modo geral, os alunos utilizaram corretamente o conceito na situação-problema analisado e participaram na elaboração de hipóteses. Verifica-se, neste trabalho, que a transformação de um experimento tradicional em investigativo demonstrou-se uma boa alternativa para a melhora do interesse dos educandos, uma vez que contribuiu para uma boa reflexão do conteúdo químico apresentando a pilha de Daniell. Fortalecendo a argumentação a favor de atividades experimentais desenvolvidas em um ambiente investigativo, direcionadas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem nos alunos de Ensino Médio.

Pode-se ainda considerar que a experimentação investigativa parece ativar a curiosidade epistemológica dos estudantes. Contudo, esse tipo de prática não é solitário e, por mais relevante e cativante que seja um experimento, isso não garante nem a motivação nem a aprendizagem. Estudar química, mais notadamente a eletroquímica discutida aqui, é adentrar uma cultura diferente que requer momentos diferentes e métodos diversificados. Nesse contexto, a experimentação é um meio de contato com essa nova cultura e, por essa razão, imprescindível em qualquer aula de Química.

O levantamento das hipóteses dos alunos sobre as questões dos experimentos indicou a importância de levá-los em consideração no processo de aprendizagem, de ser averiguado e o ensino se basear nesses dados.

Por outro lado, elaborar questões para análise que possam gerar a participação efetiva dos estudantes e provocar seu interesse e motivação foi um dos desafios dessa atividade. Nesse sentido, a intervenção do professor ao longo do processo foi fundamental, ao apontar novos horizontes de compreensão pelo questionamento das ideias expressas e pela apresentação de novos pontos de vista que os alunos ainda não conseguiam expressar por conta própria. É fundamental que mais atividades como esta sejam propostas, a fim de levar o aluno ao costume de propor questionamentos ao que lhe é exposto, retirando-o de um papel passivo em que apenas recebe o conhecimento químico.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Maria Cristina Stella. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, Ana Maria Pêsoa (Org). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. Thomson, 2004.

BACHELARD, Gastón. **A formação do espírito científico**: contribuição para a psicanálise do conhecimento. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.

BIANCHINI, Thiago Bufeli; ZULIANI, Silvia Regina Quijadas Aros. A investigação orientada como instrumento para o ensino de eletroquímica. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 7, 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2009. P. 1-12.

BORGES, Antônio Tarcísio. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 19 (3), 2002, p. 291-313.

CAMEL, Neusa; PACCA, Jesuína. Concepções alternativas em eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, n. 28, p. 7-26, 2011.

CARVALHO, Ana Maria Pêsoa; OLIVEIRA, Ana Maria. Escrevendo nas aulas de Ciências. In: **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. 2004. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/ix/atas/comunicacoes/co102-2.pdf>>. Acesso em: dez/ 2017.

ESPINOZA, Ana Maria. **Ciências na escola: novas perspectivas para formação dos alunos**. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo/BR: Ática, 2010. ISBN 978.85.08.13360-4. [Obra Original: Las ciencias naturales em el aula]

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dário Rodney; OLIVEIRA, Ricardo Castro Ensino experimental de química: uma abordagem contextualizada. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v.32, n.2, p.101-106, 2010.

GIBIN, Gustavo Bizarria; SOUZA FILHO, Moacir Pereira. **Atividades experimentais investigativas em Física e Química**: uma abordagem para o Ensino Médio. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. v. 1. 132p.

HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vincent. The laboratory science education: foundation for the twenty first century. **Science Education**, v.88, p. 28-54, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 7a ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LIMA, Viviane Alves e MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Atividades experimentais no ensino de química. Reflexões de um grupo de professores a partir do tema Eletroquímica. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p. 1-4, 2005.

LIMA, Telma Cristiane Sasso; MIOTO, Regina Célia Tamasso; DAL PRÁ, Keli Regina. A documentação no cotidiano da intervenção dos assistentes sociais: algumas considerações acerca do diário de campo. **Revista Textos & Contextos**. Porto Alegre v. 6 n. 1 p. 93-104,. 2007.

MATIAS, Daltamir. **Práticas de Química para as Engenharias**. Editora Átomo - Campinas – SP, 2008

OLIVEIRA, Ricardo Castro. **Química e cidadania**: uma abordagem a partir do desenvolvimento de atividades experimentais investigativas. 2009. 138f. Dissertação (Mestrado em educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**. v.12, n.1, p. 139-156, Jan./Jun. 2010

RIVARD, Leonard; STRAW, Stanley. The effect of talk and writing on learning science, an exploratory study. **Science Education**, 84(5), p. 566-593, 2000.

SANJUAN, Maria Eugênia Cavalcante, SANTOS, Claudia Viana, MAIA, Juliana Oliveira; SILVA, Aparecida Fátima de Andrade, WARTHA, Edson José. Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, n. 31, p. 190-197, 2009.

SANTIAGO, José Cláudio Reis. **Propostas de atividades experimentais no ensino de física e os objetivos educacionais estabelecidos pela lei de diretrizes e bases da educação nacional, LDB/96**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, Brasília, 2011.

SILVA, Joseane da Conceição Soares e AMARAL, Edenia Maria Ribeiro. Uma Análise de Estratégias Didáticas e Padrões de Interação Presentes em Aulas sobre Equilíbrio Químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 17(3), 985–1009. Dezembro 2017.

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. Experimentar Sem Medo de Errar. **Ensino de Química em Foco**. SANTOS, Wildson Luis Pereira dos e MALDANER, Otávio Aloisio Injuí: Injuí: 231261 p. 2011

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciência & Cognição**, 14 (1), 2009. p. 50-74.

SUART, Rita de Cássia. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 8 (2), 2008

VALDÉS CASTRO, Pablo; GIL-PÉREZ, Daniel. La orientación de las prácticas de laboratorio como investiación: um ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.2, p.155-163, 1996.

ZULIANI, Silvia Regina Quijadas Aro. **Prática de ensino de química e metodologia investigativa:** uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social. 2006. 288f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.



Revista
Ciências & Ideias