



POR QUE AS PRAIAS DE GUAÍBA SÃO IMPRÓPRIAS PARA BANHO? UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA COM FOCO NO TRATAMENTO DE ÁGUA

Monique de Souza Rosa^{1*} (IC), Daniele Trajano Raupp¹ (PQ).

* moniquerosa10@yahoo.com.br

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Palavras-Chave: Experimental Investigativa, Tratamento de Água.

Área Temática: Experimentação no ensino.

RESUMO: Este trabalho apresenta um relato sobre aplicação de uma atividade experimental investigativa e as percepções obtidas durante o estágio de docência. A atividade foi embasada na temática ambiental, desenvolvida em uma sequência didática a partir da questão “Por que as praias de Guaíba são impróprias para banho?”, e tinha por objetivo tratar amostras de água retirada das praias desta cidade. Foi aplicada em três turmas de terceiro ano em uma escola da rede estadual de ensino. Todos os grupos se empenharam na realização da atividade experimental e obtiveram excelentes resultados, apontando a falta de tratamento de esgoto como o principal responsável pela falta de balneabilidade das praias da cidade. Dessa forma, a experimentação investigativa é uma excelente ferramenta para desenvolver conteúdos de química, habilidades sociais e cognitivas dos estudantes, além de aumentar suas percepções sobre as condições ambientais ao seu redor como o caso da poluição do Lago Guaíba.

INTRODUÇÃO

Neste trabalho será apresentado um relato de uma prática experimental investigativa desenvolvida em três turmas de 3º ano do ensino médio envolvendo a temática poluição das águas e contemplando os conteúdos como soluções e métodos de separação de sistemas. A aplicação da atividade transcorreu durante o período de regência do estágio de docência do curso de Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na Escola Estadual Nestor de Moura Jardim, na cidade de Guaíba, no período de junho a julho de 2023.

A cidade de Guaíba integra a região metropolitana de Porto Alegre e está localizada na margem direita do Lago Guaíba. Este Lago é responsável pelo abastecimento hídrico da cidade de Porto Alegre e região, recebe afluentes dos rios Jacuí, dos Sinos, Caí e Gravataí e as águas dos arroios situados às suas margens. Também recebe uma carga poluidora de várias naturezas, incluindo os esgotos domésticos *in natura*, ou parcialmente tratados, além de efluentes industriais e agrícolas (DMAE, 2023). Sendo assim, a qualidade da água irá variar de acordo com o volume e carga poluente das águas residuárias que chegam ao Lago.



O Lago Guaíba possui importância ambiental, econômica e histórico-cultural para Porto Alegre e região metropolitana possuindo usos múltiplos, como diluição de efluentes, transporte e navegação, pesca, turismo, lazer, entre outros, sendo esses usos modificados com o tempo, tendo a poluição do lago como um limitante para algumas atividades que envolvam contato direto com as águas (ANDRADE *et al.*, 2019). Desta forma, a preservação ambiental deste lago tem impacto direto na qualidade de vida das pessoas, nos ecossistemas que o compõem e na economia da região, sendo um assunto com alto potencial para aplicação no ensino de ciências. Neste sentido, a escola deve promover a formação dos novos cidadãos, desenvolvendo um olhar mais crítico frente a temas do seu cotidiano, como a poluição do Lago Guaíba que é a fonte de recursos hídricos de diversas cidades do Rio Grande do Sul, incluindo a cidade de Guaíba.

A introdução de temas ambientais na educação enfrenta dificuldades quando encontra a barreira do ensino tradicional em ciências, principalmente em Química e Física, uma vez que há resistência quanto à ampliação do escopo formativo através de temas transversais e com questões contextuais próximas à realidade dos estudantes (SILVA, 2020). Para Alves e colaboradores (2022), um dos maiores desafios do ensino de ciências norteador por esse tema é aliar os conceitos ensinados em sala de aula com o dia a dia do estudante, em consonância com documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Posto isto, como alternativa para contornar as dificuldades inerentes ao ensino de ciências, diferentes recursos podem ser aplicados para abordar temas do cotidiano, como a poluição das águas, e devem estar focadas no estudante, no seu desenvolvimento e nos seus interesses, além de motivá-lo a participar deste processo.

A experimentação mostra-se como uma ferramenta didática capaz de relacionar problemas reais e conceitos abstratos. Segundo Santos e Menezes (2020), atividades experimentais têm sido aplicadas com uma abordagem tecnicista e muitas vezes fazendo uso de roteiros prontos, limitando assim a autonomia e participação do estudante na construção do conhecimento científico. Assim, é preciso ponderar na elaboração dessas atividades, quais são os objetivos e a forma mais adequada de atingi-los. Quando o objetivo é relacionar o conteúdo com problemas próximos da realidade dos estudantes, os conduzindo ao papel de protagonista da sua aprendizagem, temos a experimentação investigativa como recurso valioso para alcançá-lo.

Para Souza e colaboradores (2013): “além de um trabalho prático, manual, com manipulação de vidrarias e reagentes é preciso incentivar a manipulação de ideias (problemas, hipóteses, teorias, argumentos)”. A experimentação investigativa contempla essas premissas quando considera na sua elaboração, uma situação-problema real como ponto de partida da atividade e prossegue com a participação ativa do estudante que deve levantar hipóteses, debater, pesquisar e elaborar propostas para solucionar o problema em questão (SOUZA *et al.*, 2013; SANTOS;

MENEZES, 2020; BIZERRA, 2022). Neste tipo de metodologia, o estudante é responsável por todo o processo educativo, tendo o professor um papel de mediador na construção da aprendizagem desse estudante (PRSYBYCIEM; SILVEIRA; SAUER, 2018).

Atividades experimentais investigativas ganham destaque na pesquisa sobre metodologias para ensino de química como no artigo de Cavalcante e colaboradores (2019) que apresenta uma abordagem investigativa sobre os aspectos físico-químicos e químicos da água embasado no tema “Desastre de Mariana, MG”. Para execução dos testes foram disponibilizadas três amostras de água e o objetivo era que os estudantes as classificassem como própria ou imprópria para consumo, tendo disponível um roteiro orientativo com um texto sobre potabilidade da água e considerações sobre análise de cloro livre, dureza, pH e turbidez.

Ainda sobre a temática ambiental o trabalho desenvolvido por Bizerra (2022) utiliza a problemática ‘Potabilidade da água: sua importância para o consumo’ como norteadora para a atividade experimental investigativa cujo objetivo era analisar condições de potabilidade em amostras de água da torneira e água filtrada, através de testes de pH, presença de cloro e os processos de purificação e tratamento de água. Já para Gonçalves e Goi (2022), a experimentação investigativa foi aplicada para complementar os conceitos de sistemas homogêneas e heterogêneas e métodos de separação, para isso os estudantes foram indagados sobre como montar diferentes sistemas e propor métodos experimentais para separá-las, levantando hipóteses e discutindo as soluções para o problema inicial.

Dessa forma, considerando a relevância da experimentação investigativa para o ensino de química e para a construção do conhecimento científico dos estudantes, este trabalho apresentará um relato de experiência sobre a elaboração, aplicação e percepções de uma atividade experimental investigativa, desenvolvida durante uma Sequência Didática (SD) a partir da questão essencial: *“Porque as praias de Guaíba são impróprias para banho?”*

METODOLOGIA

A sequência didática foi elaborada tendo como foco principal desenvolver a temática poluição das águas. Para isso foram produzidas oito aulas com dois períodos cada uma (Quadro 1).

As aulas que antecederam o experimento investigativo foram elaboradas para proporcionar ao estudante momentos de reflexão e construção do conhecimento desde a problematização do tema, aulas expositivas para abordar conceitos importantes na realização da prática como métodos de separação de misturas e etapas do tratamento de água, parâmetros de qualidade da água, bem



como uma atividade para representar, em forma de fluxograma, as etapas de um tratamento de água.

Quadro 1: Sequência didática aplicada nas aulas de estágio. Fonte: Autora, 2023.

Aulas	Tema	Objetivo	Recurso didático
1	Introdução: "Porque as praias de Guaíba são impróprias para banho?"	Reconhecer os principais poluentes no Lago Guaíba e suas origens.	- Brainstorming com post-it; - Discussão tema; - Organização quadro / Discussão das respostas;
2			- Mural de fatos e notícias; - Organização quadro / Discussão das respostas;
3	O que tem nas águas do Lago Guaíba?	Diferenciar soluções homogêneas e heterogêneas; Comparar métodos de separação de misturas, como centrifugação, decantação, filtração.	- Orientações para pesquisa de campo; - Aula expositiva sobre soluções; métodos de separação; tratamento de água;
4			
5			
6	Como é tratada a água que bebemos?	Experimentar métodos tratamento de água;	- Experimento investigativo sobre Tratamento de água;
7			- Atividade Bingo;
8	Soluções para problemas ambientais	Classificar os materiais poluentes de acordo com suas propriedades químicas, físicas e biológicas; Associar os impactos ambientais e para saúde provocados pelos materiais. Propor soluções para o problema de poluição do Lago Guaíba.	- Apresentação pesquisa de campo;

A atividade experimental investigativa (aula 6), ocorreu no laboratório da escola, onde estavam disponíveis os seguintes materiais e reagentes (Figura 1): sulfato de alumínio 0,5 mol/L; hidróxido de cálcio 0,02 mol/L; cloro granulado (usado em piscina); hidróxido de sódio 1 mol/L; fita para medição de pH; funil; proveta; filtro;



garrafa pet; pipeta *pasteur*; recipiente plástico de 1L; copo transparente 500 mL; béquer 200 mL; palito de churrasco.



Figura 1: Imagens do laboratório organizado para prática experimental investigativa. Fonte: Autora, 2023.

Além dos materiais e reagentes, estava disponível o artigo “da água turva a água clara: o papel do coagulante” (MAIA; OLIVEIRA; OSÓRIO, 2003) que descreve sobre o sistema de tratamento de água e questões orientativas que compõe o relatório experimental a ser entregue ao final da aula. Para avaliar esta atividade, foi considerada a participação dos estudantes na prática, nas discussões, sua postura em grupo e no laboratório e também o relatório final.

As questões norteadoras foram elaboradas seguindo o proposto por Amaral, Silva e Vasconcelos (2018); Prsybyciem, Silveira e Sauer (2018); e Souza (2022) e envolvem etapas de discussão, elaboração de hipóteses, ações para testá-las e análise de resultados. A situação problema foi apresentada com um questionamento sobre como é possível que a mesma água considerada imprópria para banho seja a fonte da água que abastece as residências da cidade. Os conceitos necessários para responder essa questão foram construídos desde o primeiro dia de aula e com base no que foi estudado, os estudantes deveriam desenvolver hipóteses para a solução do problema, e esperava-se que fosse considerado o tratamento de água como solução.

Após levantamento das hipóteses, foram orientados a traçar um plano de ação em que deveriam considerar os procedimentos necessários para tratar a amostra de água que haviam coletado. Com os testes realizados, seguiram para análise dos seus resultados considerando o que deu certo e o que deu errado. Finalmente deveriam identificar a contribuição de cada membro, como uma auto-avaliação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade experimental investigativa foi desenvolvida com 14 grupos, dos 15 que estavam previstos, pois um grupo não compareceu no dia da aula experimental. Cada grupo representava uma praia diferente da cidade, sendo Alegria, Florida, Centro, Ipê e Engenho. As amostras disponíveis foram coletadas pelos próprios estudantes durante a pesquisa de campo. Cada grupo entregou um relatório baseado nas questões norteadoras.

Para discutir os resultados obtidos serão relatadas as respostas fornecidas pelos grupos para cada questão, considerando cinco categorias: I) Hipóteses; II) Plano de ação; III) Resultados; IV) Perspectivas; V) Participação. Além disso, os resultados foram organizados por praia (Figura 2), a fim de comparar amostras semelhantes.

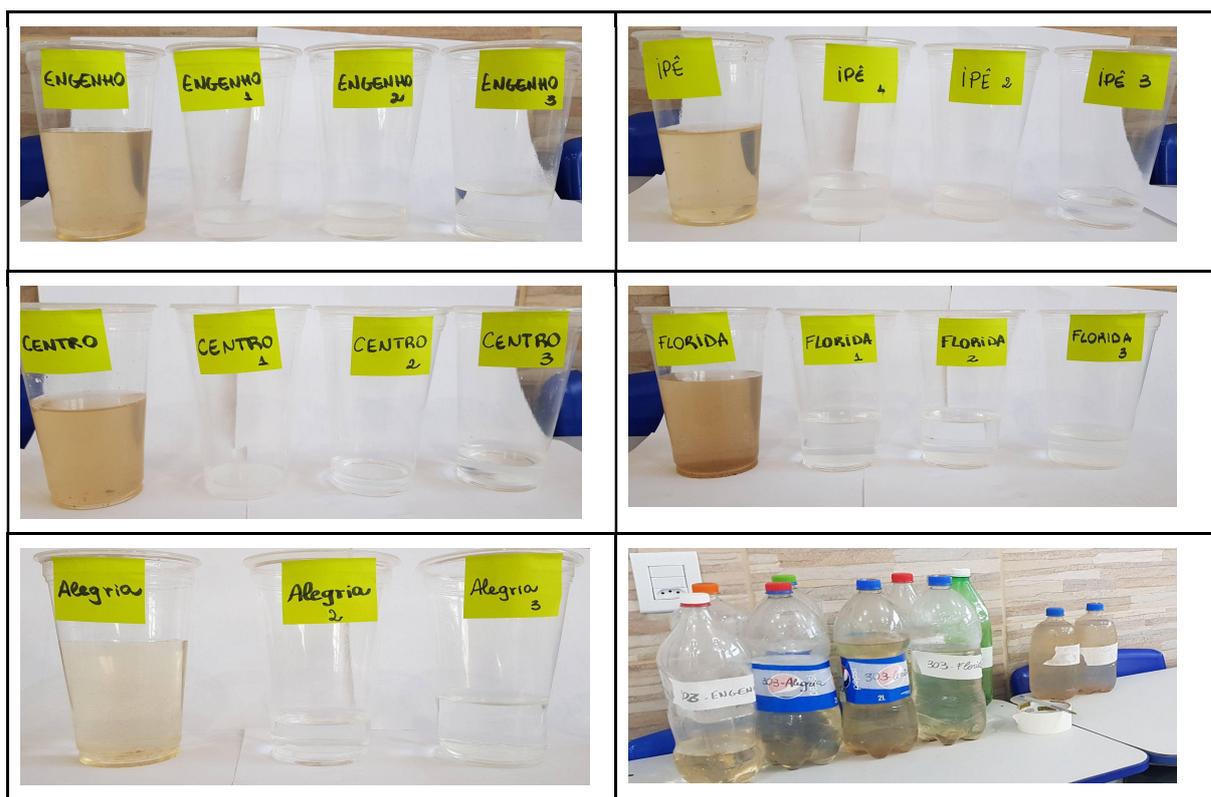


Figura 2: Resultados do tratamento de água de cada praia. Fonte: Autora, 2023.

I) Hipóteses: As discussões nos grupos apontaram o tratamento de água como recurso para solucionar o problema inicial. Como exemplo, o grupo 2 da praia Beira descreve suas hipóteses: [...] podemos filtrar a água, utilizar sulfato de



alumínio e água de cal e depois fazer o processo de filtrar novamente[...], fazendo referência às etapas de gradeamento, coagulação e filtração do tratamento de água. Os demais grupos expressaram ideias semelhantes utilizando outros termos como o grupo 1 da praia Florida que afirma: [...] *é preciso adicionar água e sulfato de alumínio e deixar em repouso.*

II) Plano de ação: Nesta etapa, a maioria dos grupos, mesmo após a orientação, acabou iniciando os testes antes de elaborar um plano de ação. Todos basearam-se no artigo disponibilizado para decidir a quantidade de reagentes a utilizar e o tempo de repouso. Durante a execução, muitos questionamentos apareceram sobre se poderiam ingerir a água que estavam tratando, nesses momentos a professora sempre devolveu a pergunta questionando quais os eram os parâmetros de qualidade da água, o que os levou a considerar o ajuste de pH após as etapas de clarificação e decantação e também à adição de cloro granulado, mesmo sabendo que ainda assim não seria suficiente para garantir a segurança biológica para ingestão da água. De forma geral, apenas variando volumes de reagentes e tempos de repouso, os grupos seguiram a sequência: adição de sulfato de alumínio e água de cal, agitação, repouso, filtração, correção de pH, cloração.

III) Resultados: Todos os grupos entregaram amostras límpidas e com pH ajustado dentro da faixa considerada potável, entre 6 e 9. Durante a execução dos testes, a maior dificuldade foi ajustar pH, mas foi um momento importante que reforçou o conceito de acidez e basicidade. Houve grupos que refizeram o teste pois acabaram durante o ajuste de pH passando do limite superior, essa atitude representa o comprometimento dos estudantes com o experimento, visto que o pH não era uma variável que havia sido mencionada no artigo base, sendo uma iniciativa deles repetir o teste até chegar no resultado esperado.

IV) Perspectivas: Os relatos dos grupos indicam que alcançaram bons resultados, o grupo 2 da praia da Alegria descreveu os problemas com o ajuste de pH, como segue: [...] *o teste um deu errado por que usamos soda cáustica e aumentamos muito o pH. Depois refizemos o que tínhamos feito antes e adicionamos hidróxido de cálcio para chegar no resultado correto de pH[...].* Já o grupo 1 da praia Florida afirma: [...] *nossos resultados chegaram. O pH foi neutralizado e a água limpa [...]*, esse grupo utilizou o termo neutralizado para identificar o ajuste de pH, mostrando que o grupo compreendeu a finalidade do ajuste de pH.

V) Participação: A maioria dos estudantes mostrou muito discernimento em descrever sua função durante o experimento. No grupo 1 da praia Florida uma estudante descreve sua contribuição como *“Ajudei no apoio moral, coloquei a água no pote e lavei os potes”*. No grupo 1 da praia Ipê, os estudantes separaram suas funções em *“realizou processo de filtração, identificou o pH, descartou os resíduos”*. No grupo 3 da praia Beira um estudante afirma *“Fiz o primeiro e segundo teste, medi o pH e calculei a quantidade de produtos usados”*.



Nas três turmas, o experimento investigativo obteve excelentes resultados tanto no aspecto visual das amostras tratadas quanto na participação dos grupos. Os estudantes se envolveram na resolução do problema, trouxeram novos conceitos que foram discutidos durante a aula, como o pH. Durante a execução dos testes tiraram dúvidas sobre o tratamento de água, trouxeram críticas sobre as características da água que chega na torneira. Como resultado, temos estudantes que se empenharam em solucionar o problema inicial e entregar uma amostra final límpida e com pH ajustado.

Além disso, os estudantes demonstraram autonomia, trabalho em equipe e compreensão da complexidade dos processos de tratamento de água. Dessa forma, entende-se que usar temáticas com significado para os estudantes, como a poluição das águas da cidade de Guaíba abordada dentro da questão balneabilidade das praias de cidade é um fator motivador que os aproxima da química e do conhecimento científico.

CONCLUSÕES

A inclusão de atividades experimentais no ensino de química, favorecem a aprendizagem de uma forma geral, mas quando essas atividades têm caráter investigativo outras habilidades são desenvolvidas, como a participação intelectual dos estudantes, ao tornarem-se responsáveis pela elaboração do roteiro experimental, ao invés de apenas reproduzir procedimentos engessados que valorizam a memorização. Além disso, o estudante é desafiado a criar soluções e a sair de seu papel de receptor de informações e passa a ser criador de conhecimento.

A receptividade dos estudantes, a sua participação e engajamento na realização dessa atividade, mostra que quando incentivados e orientados podem superar expectativas, desenvolver novas habilidades como criatividade, curiosidade científica, senso crítico ao analisar e questionar resultados, trabalho em equipe, além de aumentar suas percepções sobre as condições sociais e ambientais ao seu redor como o caso da poluição do Lago Guaíba. Como resultado, foi unânime nas três turmas que a principal causa para as águas de Guaíba serem impróprias para banho era a falta de tratamento de esgoto sanitário.

Muitos são os desafios do processo de ensino e aprendizagem em Química, e também as dificuldades em desenvolver e aplicar recursos didáticos que contornam os problemas, inclusive deve-se atentar que a própria elaboração e execução de uma atividade investigativa exige do professor, tempo, dedicação, estudo, recursos e muita criatividade, pois nem sempre as escolas contam com estrutura e materiais para realização de atividades experimentais e também, nem sempre associar conteúdos com a realidade dos estudante é uma tarefa fácil.

Dessa forma, a experimentação investigativa pode ser considerada uma ferramenta promissora na construção de conhecimento científico e também de habilidades sociais e cognitivas dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALVES, F. d. S.; FERREIRA B. K.; CACILDA W. K.; LIMA-JUNIOR, C. G. **Acidificação dos Oceanos: Proposta e Análise de uma Sequência Didática com Enfoque CTSA em Aulas de Química**. Revista Debates em Ensino de Química, [s.l.], v. 8, n. 3, p. 359–376, 2022.

AMARAL, C. L. C.; SILVA, I. d.; VASCONCELOS, T. N. H. **Aplicação de uma atividade experimental investigativa para o ensino de tratamento de água**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 1, p. 50-59, 2018. Disponível em: <<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1549>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ANDRADE, L. C. d.; RODRIGUES, L. R; ANDREAZZA, R; CAMARGO, F. A. d. O. **Lago Guaíba: uma análise histórico-cultural da poluição hídrica em Porto Alegre**, RS, Brasil. EngSanit Ambient, v.24 n.2. mar/abr 2019. p 229-237.

BIZERRA, H. C. S. **Experimentos no ensino de química: uma abordagem investigativa para o aprendizado dos alunos**. 2022. 98 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2022.

CAVALCANTE, B. P.; TEIXEIRA, A. M. d. S.; MARCELO, L.R.. **O desastre de Mariana como abordagem investigativa e CTSA no ensino de química**. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 9, n. 2, 2019. Disponível em: <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4729>>. Acesso em: 18 jul. de 2023.

DMAE. **Lago Guaíba**. 2023. Disponível em: <https://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmae/default.php?p_secao=197>. Acesso em 12 jun. de 2023.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M.E. J.. **A experimentação investigativa nas aulas de química na educação básica**. Anais dos Encontros de Debates sobre o Ensino de Química-ISSN 2318-8316, [S. l.], n. 41, 2022. Disponível em: <<https://edeq.com.br/submissao2/index.php/edeq/article/view/115>>. Acesso em: 22 jul. 2023.

MAIA, A. d. S.; OLIVEIRA W. d.; OSÓRIO, V. K. L. **Da água turva à água clara: o papel do coagulante.** Química Nova na Escola, n. 18, p. 49-51, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001351631>>. Acesso em: 22 ago. 2023.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. **Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_3_5_ex1433.pdf>. Acesso em 15 jul. de 2023.

SANTOS, L. R. d.; MENEZES, J. A. d. **A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios.** Revista Eletrônica Pesquiseduca, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.unisantos.br/pesquiseduca/article/view/940>>. Acesso em 04 jun. 2023.

SILVA, F. R. d. As abordagens CTS/CTSA e alguns desafios atuais do ensino de ciências. In: LAURINDO, A. P.; SILVA, A. P. d.; NEVES, M. C. D. (org.). **A educação para a ciência e CTS: um olhar interdisciplinar.** 10. ed. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2020. p. 11-22. Disponível em: <<https://textoecontextoeditora.com.br/assets/uploads/arquivo/50647-ebook-educacao-para-a-ciencia.pdf>>. Acesso em 18 de mar. de 2023.

SOUZA, F. L. d.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. d. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química.** 90 f. São Paulo: Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC, 2013.

SOUZA, R. P. **Experimentos ambientais e o novo Ensino Médio: a transposição didática envolvendo processos de tratamento de água.** 2022. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós Graduação de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de São Paulo, SP, 2022.