



SEPARAÇÃO DE MISTURAS E MEIO AMBIENTE: UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL PROBLEMATIZADORA

MIXTURE SEPARATION AND THE ENVIRONMENT: AN EXPERIMENTAL PROBLEMATIZING TEACHING ACTIVITY

Fiana Martins Cutrim  

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

✉ fiamacutrim@acad.ifma.edu.br

Manuela Conceição Machado da Silva  

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

✉ nuquinhagarcia@gmail.com

Emily Cristina Silva Sousa Ramos  

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

✉ m.lyramos14@gmail.com

Marise Piedade Carvalho  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)

✉ mcarvalho@ifma.edu.br

Kiany Sirley Brandão Cavalcante  

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA)

✉ kiany@ifma.edu.br

RESUMO: A problematização de atividades experimentais busca gerar uma prática pedagógica dialogada, levar os estudantes a refletir criticamente a partir do objeto de estudo e não assumir os experimentos como recursos simplesmente ilustrativos. Com o objetivo de investigar as contribuições de uma atividade experimental problematizadora no processo de ensino-aprendizagem de separação de misturas, o subprojeto de química do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) desenvolveu uma simulação de um caso de poluição por derramamento de petróleo em águas do mar, com a participação de estudantes do 1º ano do ensino médio de uma escola pública. Nessa atividade buscou-se responder à problematização: Como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo? Este trabalho se baseou nos momentos pedagógicos, problematização inicial (i), organização do conhecimento (ii) e aplicação do conhecimento (iii), definidos por Delizoicov (1991) baseados na problematização de Paulo Freire. A simulação se deu a partir de uma mistura contendo água, óleo, sal e areia na qual os alunos foram desafiados a pensar em uma solução para o problema real a partir das características físicas dos componentes. A obtenção dos dados foi feita a partir de um questionário avaliativo aplicado após a atividade e observação da aula. Durante a aula, os estudantes participaram ativamente ao trazerem seus conhecimentos prévios sobre mistura e separação de misturas e tais conhecimentos foram aprimorados resultando na aprendizagem significativa do conteúdo científico estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Separação de misturas. Problematização. Aprendizagem. Experimentação.

ABSTRACT: The problematization of experimental activities has the main characteristics to generate a dialogic practice, to bring up the students to reflect critically on the object of study and overcome the character merely illustrative of the experiments. To investigate the contributions of a problematizing experimental activity in the teaching-learning of Mixture Separations, the subproject of the chemistry of PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência) developed an experimental activity that

simulates the spilling of petroleum in the sea. The problematization proposed to the High School 1st year students was: How is it possible to solve petroleum spilling? This work follows the pedagogical moments, (i) initial problematizing, (ii) knowledge organization, and (iii) knowledge application, organized by Delizoicov (1991), based on the problematization defined by Paulo Freire. The simulation occurred with a mixture of water, oil, salt, and sand to defy the students to think about a real problem by observing the physical characteristics of the simulation. The obtention of the data occurs by an evaluative questionnaire applied after the activity and the observation of the class. During the class, the students actively participated in bringing up their previous knowledge about mixture and mixtures separation examples and that knowledge was improved, resulting in the significant learning of the scientific topic studied.

KEY WORDS: Mixture Separation. Problematization. Learning. Experimentation.

Introdução

O Ensino das Ciências da Natureza na contemporaneidade se mostra cada dia mais desafiador aos professores que estão em pleno desenvolvimento de suas funções na educação básica. O domínio do conhecimento especializado da sua área de formação profissional, que incluem as teorias científicas e temas relacionados ao desenvolvimento tecnológico no estágio atual da sociedade, é insuficiente à atuação docente, visto que é necessário ainda considerar a natureza pedagógica do processo educativo e formador, constituído por um conjunto de saberes e procedimentos metodológicos adequadamente escolhidos pelos professores, tendo em vista as necessidades básicas de aprendizagem dos alunos no momento presente (Pimenta, 1999; Maldaner, 2003; Chassot, 2004, Morin, 2005; Rios, 2008).

A intencionalidade do processo ensino-aprendizagem na atualidade aponta para estratégias e procedimentos metodológicos inovadores, que deixam claro a necessidade urgente de superação da educação “bancária”, a qual concebe a educação como prática instrutiva, caracterizada pela transmissão e recepção acrítica do conhecimento, com o pressuposto de que o docente é a autoridade intelectual, o discente uma “tábula rasa” e a escola é o espaço único do saber (Freire, 2018; Cortella, 2006; Libâneo, 2017).

Na abordagem freireana, a finalidade do ensino consiste em formar pensadores autônomos, ou seja, livres para interagir com o conhecimento e com o mundo em que se inserem, na perspectiva de poderem intervir na realidade em que vivem de maneira consciente, reflexiva, crítica e cidadã (Freire, 2018; Soares et al., 2012). Diferentemente da concepção bancária, a educação problematizadora usa o diálogo para superar a relação vertical educador-educando. De acordo com Freire (2018), a educação problematizadora e libertadora não admite o homem enquanto depósito vazio a ser preenchido, mas seres que possuem conhecimentos adquiridos a partir de sua interação com o mundo. Tais questões desafiam o professor a desenvolver o processo didático em oposição ao modelo bancário ao considerar os estudantes como sujeitos do processo educativo e, dessa forma, ensinar numa perspectiva contextualizada, problematizadora, libertadora e reflexiva, o que propiciará aos alunos uma ressignificação pessoal dos fenômenos com os quais terão que interagir na assimilação e/ou produção de um novo conhecimento.

A problematização em atividades experimentais no ensino de ciências da natureza é um processo que gera curiosidade, reflexão e consolidação do conhecimento a partir de uma problemática, uma vez que, diante dos questionamentos problematizadores, poderá surgir a necessidade de novos conhecimentos além dos conhecimentos prévios (Muenchen & Delizoicov, 2014; Gonçalves & Marques, 2011; Melo, Oliveira & Souza, 2019).

No contexto da experimentação no Ensino de Química, geralmente empregada de forma acrítica, como apenas uma ilustração da teoria, problematizar as discussões científicas que tangem o

experimento pode estimular a capacidade reflexiva e investigativa dos educandos, contribuindo para o desenvolvimento de suas habilidades intelectuais através da compreensão de fenômenos químicos (Delizoicov, 1991; Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008; Muenchen & Delizoicov, 2012).

Delizoicov (1991) sistematizou três momentos pedagógicos para serem executados na experimentação no Ensino de Ciências, baseados na problematização. O *primeiro momento pedagógico* é a problematização inicial, em que é proposto aos estudantes um desafio como um questionamento que os leve a pensar analiticamente para tentar resolvê-lo usando seus conhecimentos prévios. O *segundo momento* é a organização do conhecimento, na qual o professor busca levar os discentes a superar os conhecimentos de senso comum para o saber científico que pode ser feito através de aula tradicional, palestras, vídeos, questionários, entre outros (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008). A última etapa consiste na *aplicação do conhecimento*, na qual o conhecimento já foi sistematizado para o aluno e este é capaz de entender e aplicar os novos saberes em contextos que vão além do que é visto em sala de aula (Muenchen & Delizoicov, 2012).

Diversos trabalhos com experimentos problematizadores trazem também uma abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS (Zannoto, Silveira & Sauer, 2017; Melo, Oliveira & Souza, 2019; Kmiecik & Maceno, 2017; Silva et al., 2015) que busca superar o modo descontextualizado e fragmentado de ensino. Atividades que abordam CTS visam mostrar que os saberes científicos devem ultrapassar as atividades escolares e levar os estudantes a entenderem que ciência e tecnologia também fazem parte de um processo social, sendo capazes de aplicar o conhecimento de forma crítica e cidadã dentro diferentes contextos sociais (Bouzon et al., 2018).

Assim como a educação problematizadora, atividades pautadas em CTS visam superar a abordagem tradicional caracterizado pela simples transmissão de conteúdo (Vasconcelos & Andrade 2017). Melo, Oliveira e Souza (2019), utilizaram a abordagem CTS na experimentação problematizadora com a temática gastrite e consumo de alimentos com uma série de experimentos visando levar os estudantes a entender as relações entre o problema de saúde em questão e a química envolvida nele. Mello et al. (2019) fizeram um projeto chamado Fábrica Escola de Detergentes, problematizando a produção do resíduo de óleo de cozinha, levando contribuições na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e química verde, para alunos de graduação, ensino médio e para a comunidade situada, através de aulas, oficinas e palestras. Silva et al. (2015) fizeram um projeto interdisciplinar na perspectiva CTSA envolvendo a construção de uma composteira para trabalhar diferentes tópicos de ciências agrárias, sociologia, matemática, biologia e português com uma turma do curso técnico em ciências agrárias.

Nesse contexto, este trabalho é um relato de experiência de uma proposta metodológica para Ensino de Química no 1º ano do nível médio, que teve como objetivo a investigação das contribuições de uma experimentação problematizadora no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos misturas e separação de misturas com uma problemática pautada nos impactos ambientais causados por poluição por derramamento de petróleo em águas do mar, uma atividade envolvendo CTSA.

Experimentação no Ensino de Química e Problematização

Atualmente, o Ensino de Química busca propostas nas quais os estudantes participem de forma mais direta visando estimular o interesse e engajamento nas atividades (Melo, Oliveira & Souza,

2019; Giordan, 1999). Dessa forma, a atividade experimental constitui-se como um dos aspectos-chave dentro do processo de ensino-aprendizagem em Ciências como a Química. Quando se alinha a prática experimental ao planejamento de problematizações, é possível não só estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, mas, permitir a criação de espaços onde o aluno possa expressar suas concepções, questionar e ser questionado de forma que ele possa atuar em vários contextos de sua vida, compreendendo o seu papel como cidadão na sociedade da qual faz parte (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008; Binsfield & Auth, 2011).

De acordo com Giordan (1999) as atividades experimentais podem ser conduzidas de duas formas distintas: ilustrativas ou investigativas. As *ilustrativas* são empregadas de modo que demonstre um conceito já outrora discutido em sala, sem muito enfoque na problematização e discussão dos resultados obtidos pelo experimento, enquanto as *investigativas*, que é executada anteriormente a discussão conceitual, objetiva obter subsídios necessários para que ocorra a discussão, coletando informações para isso, proporcionando reflexões, ponderações e explicações para que o aluno possa compreender o conhecimento científico de forma que desenvolva um olhar, um pensar e falar diferente sobre o mundo por meio da Ciência (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008; Binsfield & Auth, 2011). Portanto, o modo como acontece a experimentação em sala de aula depende de como o professor/investigador conduzirá a atividade.

Porém, em relação a condução das atividades experimentais em sala de aula, há uma preocupação constante com a importância de divulgar que as explicações científicas nem sempre são *verdades absolutas* já que são proposições construídas dentro de condições experimentais específicas sobre a observação de um determinado fenômeno e que tais explicações podem ser ou não generalizadas a contextos semelhantes, mostrando assim que o conhecimento científico está sempre aberto a novas situações e a criação de novas teorias que possam explicar melhor os fenômenos (Branco, 2012; Silva, Machado & Tunes, 2010). Essa preocupação está atrelada ao fato de que, nas escolas, tende-se a cometer o equívoco de estabelecer a prática de atividades experimentais como “comprovantes” da teoria vista em sala de aula (Branco, 2012, p.22). Neste caso, é preciso ter em mente que ao utilizar uma teoria para explicação, testa-se a capacidade de generalização dela e não se comprova a teoria, ou seja, o aluno ao elaborar uma explicação para um determinado fenômeno está relacionando teoria-experimento, o seu fazer e seu pensar (Silva, Machado & Tunes, 2010). E para facilitar a expressão de ideias, destaca-se a problematização, que favorece a explicitação dos conhecimentos prévios dos alunos e a construção de novos saberes através do diálogo, que permite ir além da simples memorização de conceitos e informações (Melo, Oliveira & Souza, 2019; Gonçalves, 2005; Guimarães, 2009).

A inclusão da problematização no processo de ensino-aprendizagem é frequentemente realizada pela adição de uma situação-problema que foi estabelecida como condições didáticas nas quais tarefas são propostas aos sujeitos, que para serem solucionadas requerem a aquisição de um conhecimento claro, que é adquirido pela superação dos desafios envolvidos à realização da atividade (Meirieu, 1998). Contudo é importante destacar que nem sempre a discussão de um problema poderá resolvê-lo, e por isso o percurso metodológico escolhido é significativo para aprendizagem do aluno, pois na busca da resolução do problema está compreendido um processo de reflexão que possibilitaria ao aluno desenvolver um raciocínio a partir dos questionamentos que favorecem a construção de significados, ou seja, dos conceitos (Giani, 2010).

Portanto, para explicação da experimentação problematizadora, nos baseamos no trabalho de Francisco, Ferreira e Hartwig (2008) que pauta esta discussão na pedagogia problematizadora de

Paulo Freire para ir além do âmbito da perspectiva de uma atividade investigativa. De acordo com esses autores a aprendizagem deve acontecer com a formulação e reformulação dos saberes adquiridos pelos estudantes ao lado dos professores, que são igualmente sujeitos neste processo. Delizoicov (1991) utiliza três momentos pedagógicos com objetivo de facilitar a transposição das ideias freireana para o uso em sala de aula. Os momentos pedagógicos são descritos como: (i) Problematização inicial, (ii) Organização do conhecimento e (iii) Aplicação do conhecimento.

A problematização inicial é uma etapa bastante focada no que os alunos trazem de conhecimento individual sobre situações reais que conhecem ou vivenciaram. Seu objetivo é diagnosticar o que os alunos sabem sobre um determinado tema e utilizar suas vivências pessoais como elemento do processo de ensino-aprendizagem. Zannoto, Silveira e Sauer (2017) ressaltam a importância do conhecimento prévio dos alunos como fator capaz de minimizar dificuldades como aprendizado de fórmulas e conceitos, apontadas como limitantes na aprendizagem de ciências naturais, além de diminuir a distância entre o senso comum e o saber científico.

À medida que a problematização necessita de conceitos ou saberes mais elaborados para sua explicação, os alunos precisam reformular as proposições feitas no primeiro momento pedagógico, gerando assim a necessidade de novos conhecimentos. Essa etapa visa a superação da curiosidade ingênua para a curiosidade epistemológica. Segundo Freire (2018), a curiosidade epistemológica é alcançada metodicamente, mediada pelo professor, de modo a levar os alunos a passarem do conhecimento do senso comum para o científico na qual o diálogo entre o professor e aluno é fundamental. A partir da curiosidade epistemológica, a percepção das limitações acerca de um determinado tema abordado gera a necessidade de novos conhecimentos e o distanciamento crítico do senso comum para alcançar o conhecimento científico (Freire, 2018; Gehlen, Maldaner & Delizoicov, 2012). Nesse contexto, se insere o momento pedagógico da organização do conhecimento (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008).

A organização do conhecimento, definida por Delizoicov (1991), tem como objetivo fornecer ao estudante novos conceitos que o permitirá reformular sua percepção sobre a problematização inicial e outros fenômenos similares com o qual terá que interagir. A fim de guiar o estudante a um novo conhecimento, essa etapa pode ser realizada por meio de diálogo, vídeos, leitura, questionários, entre outros recursos que garantam a aprendizagem crítica do conhecimento (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008). Nesse contexto, é possível alcançar uma aprendizagem significativa, que consiste em um processo na qual novas informações adquiridas se relacionam com o conhecimento que o aluno já possui (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983).

O terceiro momento pedagógico (aplicação do conhecimento) consiste na capacidade que os alunos possuem de aplicar os novos saberes em uma situação diferentes da problematização inicial. Essa etapa pode ocorrer através de questionários, experimentos, interpretação de texto, entre outras atividades que envolvam, de alguma forma, o conteúdo já sistematizado no momento pedagógico de organização do conhecimento (Muenchen & Delizoicov, 2014; Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008; Delizoicov, 1991).

Assim, para uma atividade experimental ser considerada problematizadora, deve-se garantir aos alunos a possibilidade de realizar, registrar, discutir com os colegas, refletir, levantar hipóteses, avaliar as hipóteses e explicações, e dialogar com o professor todas as etapas do experimento. Esta atividade deve ser sistematizada, proporcionando aos alunos um pensamento reflexivo, crítico, assim fazendo com que os estudantes sejam os próprios sujeitos da aprendizagem. Nestas atividades espera-se o desenvolvimento de significados pessoais nos estudantes mediante a problematização das observações experimentais e a construção do diálogo em sala de aula (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008, p. 36).

O uso da Abordagem CTS/CTSA no Ensino de Química

É inegável que o processo educativo no Ensino de Ciências/Química não deve se abster das discussões que envolvem o avanço atual da Ciência e Tecnologia e as questões sociais que as cercam. Somente ao compreender os riscos e benefícios que tratam estas questões, os reais interesses por trás das ações, consequências e impactos, o aluno terá competências para tomada de decisões em relação a sociedade (Xavier, Flor & Rezende, 2013).

O Movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) que surgiu nas décadas de 1960 e 1970 mostrava a necessidade de que as questões que envolviam a Ciência e Tecnologia deveriam ser tratadas de uma maneira diferente, construídas com a participação da coletividade, atendendo assim seus anseios, uma vez que as prioridades e objetivos do desenvolvimento científico e tecnológico partem de autênticas necessidades sociais (Xavier, Flor & Rezende, 2013). A partir das décadas de 1970 a 1980, o movimento passou a abranger também questões ambientais passando a levar a denominação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) (Vasconcelos & Andrade, 2017). Ainda segundo Vasconcelos e Andrade (2017), o uso do termo CTSA ao invés de CTS deve-se à intencionalidade de os trabalhos enfatizarem as questões ambientais que tangem a tríade ciência-tecnologia-sociedade.

No contexto educacional, o movimento CTS/CTSA traz uma abordagem do conhecimento científico articulado às questões tecnológicas e sociais proporcionando a discussão em sala de aula de problemáticas na perspectiva referente a estes aspectos. Assim, o enfoque CTS/CTSA transporta o plano social para as discussões em torno da Ciência e Tecnologia permitindo a formação de leitores do mundo, politizando para tomada de decisões (Xavier, Flor & Rezende, 2013; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007). Segundo Vázquez, Acevedo e Manassero (2009), a introdução das relações entre CTS/CTSA nas aulas de Ciência é uma boa oportunidade para contribuição à alfabetização científica.

No Ensino de Química, a abordagem CTS/CTSA pode acontecer através do ensino realizado por temas sociais, que podem ser vistos em alguns livros didático de Química e Ciências, na qual é introduzido o conteúdo a partir de um tema gerador que traz uma relevância social, problematizando-o e estabelecendo relações com os respectivos conceitos químicos (Santos & Mortimer, 2000).

Ainda podem ser inseridas diversas atividades que trabalhem o ensino com enfoque CTS/CTSA em sugestões metodológicas como palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, jogos de simulações, fóruns, debate, projetos individuais ou coletivos, escritas de cartas a autoridades, pesquisa de campo, ação comunitária, entre outras (Hofstein, Aikenhead & Riquarts, 1988). Essas atividades são estratégias de ensino que visam o desenvolvimento de habilidades e atitudes necessárias no aluno para tomada de decisões (Santos & Mortimer, 2000). Portanto, trabalhar os conteúdos científicos segundo o enfoque CTS significa ensinar estes conteúdos no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, na qual os alunos integram o conhecimento científico com a tecnologia e a esfera social de suas experiências cotidianas (López & Cerezo, 1996).

É importante que os temas trabalhados tenham um significado real para o aluno para que proporcione uma discussão capaz de gerar um compromisso social (Ramsey, 1993). Para Santos e Mortimer (2000), as discussões de tema reais e a busca de soluções que permitam que os estudantes se envolvam de maneira significativa, podem ser realizadas por meio da experimentação. Esses autores destacam que este é um dos meios que se pode gerar discussões de temas reais principalmente nas aulas de Química. Nesse contexto, Cavalcante, Teixeira e

Marcelo (2019) trabalharam a análise de água para apresentar o conteúdo de química do pH, a partir do tema gerador “O Desastre de Mariana”. Nunes, Motta e Zanotti (2020) executaram o projeto “Compostagem Lúdica e Interdisciplinar” com as disciplinas de Química, Biologia e Geografia para ensinar os tópicos organismos decompositores, bases químicas da vida, ciclos biogeoquímicos, tabela periódica, e educação ambiental. Rabello et al. (2012) apresentaram os prós e contras da nanotecnologia com uma sequência didática que envolveu a síntese da magnetita com materiais alternativos para ensinar tabela periódica. Esses são alguns exemplos com resultados positivos à aplicação de experimentações dentro da abordagem CTSA no Ensino Médio.

Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida como atividade formativa no subprojeto de Química do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) do Instituto Federal do Maranhão (IFMA), Campus Monte Castelo, com aplicação em uma escola pública no município de São Luís-MA em que o projeto atuava efetivamente com a participação de graduandas do Curso de Licenciatura em Química. O público alvo desta investigação foi de 39 alunos do 1^a ano do Ensino Médio com idades entre 14 e 19 anos, que serão mencionados no texto por *aluno + número (Aluno 1, Aluno 2, ...)*. A atividade temática ocorreu no âmbito da disciplina de química, ministrada pela professora com o auxílio de 3 estudantes de licenciatura em química do IFMA vinculadas ao PIBID, durante os horários de aula, na qual a teoria e a experimentação foram abordadas de forma concomitante.

Para esta pesquisa, optou-se pela abordagem qualitativa (Ludke & André, 2012; Bogdan & Biklen, 1982) pois atuou-se diretamente no contexto da pesquisa de natureza interpretativa, que envolveu a obtenção de dados descritivos dando ênfase ao processo. Essa abordagem teve como objetivo verificar as perspectivas dos participantes sobre determinada situação, ou seja, o modo como encararam as questões que foram analisadas com o intuito de captar a realidade dinâmica e histórica. Obteve-se também a contribuição da atuação docente da professora, observando e registrando por escrito os pontos principais relacionados à participação efetiva dos estudantes (Alves, 1991; Suassuna, 2008).

A abordagem problematizadora no Ensino de Química foi realizada através de uma prática experimental sobre misturas e separação de misturas, explorando de forma temática os impactos ambientais causados pelo viés do desenvolvimento científico e tecnológico através do questionamento principal: *como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo?* Nessa atividade, admitiu-se como princípios pedagógicos a contextualização e a problematização, valorizando a reflexão e o senso crítico diante de problemas socioambientais.

Os momentos pedagógicos de Delizoicov (1991) que compreendem a (i) Problematização inicial, (ii) Organização do conhecimento e (iii) Aplicação do conhecimento, foram seguidos durante essa atividade. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2003), esses momentos se caracterizam pela *problematização inicial*, que consiste nos questionamentos realizados pelo professor com objetivo de verificar as explicações pré-concebidas que os estudantes trazem dos seus contextos de vida para as discussões; a *organização do conhecimento*, que trata do aprimoramento de ideias concebidas pelos alunos em suas observações dando ênfase nas discussões provenientes dessas observações e por último a *aplicação do conhecimento*, na qual diante de uma nova situação, os alunos são capazes de mobilizar saberes construídos durante os momentos pedagógicos e assim compreender e intervir neste novo contexto. A atividade se estruturou da seguinte forma, Quadro 1.

Quadro 1: Os momentos pedagógicos desenvolvidos em sala de aula durante as atividades de pesquisa

Momentos Pedagógicos	Atividades Desenvolvidas
Primeiro	<ul style="list-style-type: none"> Atividade Experimental Problematicadora Questionamentos Iniciais
Segundo	<ul style="list-style-type: none"> O que foi observado? Construção do diálogo Registro das ideias Retorno à problematização inicial: como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo?
Terceiro	<ul style="list-style-type: none"> Questionário Inserção de um novo contexto Aplicação do conhecimento construído

Fonte: Produção das autoras.

A partir desses três momentos desenvolvidos durante a atividade proposta, foi possível realizar a coleta de dados, que se deu por meio das observações escritas e de um questionário com três questões visando avaliar o terceiro momento pedagógico e as contribuições a aprendizagem. Para a análise desses dados, utilizou-se a perspectiva de análise de conteúdo para retirada de unidades de significados dos relatos dos estudantes participantes, posterior a categorização desses signos (Bardin, 2009) e a frequência de ocorrência dessas categorias. Durante o processo foi necessário estabelecer a aproximação entre as respostas dos alunos e agrupar as respostas semelhantes para contribuição da sistematização dos resultados. Por isso, nesse trabalho apresentaremos três falas dos alunos que representam o conjunto de respostas.

Resultados e Discussões

Problematização Inicial

Na problematização inicial, que consistiu no experimento problematizador, os alunos foram questionados sobre: *como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo?* Essa problematização foi escolhida por carregar um tema bastante em pauta nos diversos meios de comunicação, com o objetivo de sensibilizar os estudantes a respeito dos impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico (Bouzon et al., 2018).

A partir da problematização inicial, foi realizado o experimento problematizador que consistiu em uma mistura simulando a poluição de água por petróleo, usando materiais alternativos, explorando os conceitos de solubilidade, densidade das substâncias, filtração e processo de decantação como método de separação de misturas do tipo líquido-líquido e líquido-sólido, além de trazer a discussão dos problemas ambientais causados pelo poluente para integrar a aquisição do conhecimento químico à reflexões no contexto de CTSA. O experimento foi executado pelos próprios alunos, desde o preparo da mistura simulando a água do mar contaminada com petróleo até o processo de separação e obtenção dos componentes individuais.

No laboratório da escola, os discentes misturaram em um béquer os seguintes materiais: água, sal, areia e óleo lubrificante automotivo usado (Figura 1a). Foi utilizado um funil de decantação alternativo usando um frasco de detergente sem fundo, devido a indisponibilidade da vidraria adequada na escola (Figura 1b). Nessa etapa, eles foram questionados em relação às

propriedades físicas dos componentes (*fases, solubilidade e densidade*), de modo a compreender as diferentes fases observadas da mistura.

Figura 1: Experimentação problematizadora sobre Separação de Misturas e Meio Ambiente - a) mistura simulando a contaminação da água do mar; b) sistema alternativo de decantação líquido-líquido



Fonte: Produção das autoras

Com o objetivo de trazer as contribuições dos conhecimentos prévios dos alunos para a resolução do problema e ajudá-los no processo de análise do experimento, foram feitos questionamentos (Quadro 2).

Quadro 2: Questionamentos iniciais propostos durante o experimento.

Questionamento 1 (Q1)	Quais os componentes desta mistura (simulação do derramamento de petróleo)?
Questionamento 2 (Q2)	Vocês conseguem observar todos esses componentes?
Questionamento 3 (Q3)	Como é possível separar os componentes dessa mistura?

Fonte: Produção das autoras

A última questão Q3 isolada tem relação direta com a questão da problematização inicial (*Como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo?*). Porém, as perguntas anteriores permitiram construir uma sequência de raciocínio fundamental para a discussão e organização de conhecimentos preliminares para responder a problematização inicial.

Assim, além de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos, foi gerada uma discussão reflexiva em sala de aula, uma vez que à medida que as explicações para os questionamentos exigiam conhecimentos além do senso comum, como por exemplo densidade e solubilidade, as explicações dos estudantes passaram a ser mais limitadas para explicar os processos de separação de mistura. Porém, essa limitação não é assumida como algo negativo na problematização, mas uma etapa que permite os estudantes perceberem a necessidade de expandir o conhecimento de senso comum para o científico através da *curiosidade epistemológica* (Freire, 2011; Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008).

Segundo Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008), esta etapa é momento de leitura do experimento, na qual os alunos realizam a atividade experimental, recebem as indagações e questões propostas a partir do experimento para que possam refletir sobre suas próprias

observações e resultados experimentais de modo que elaborem suas explicações, ou seja, essa é a oportunidade para o professor problematizar com os estudantes, fazendo-os reconhecer a necessidade de outros conhecimentos para interpretar os resultados.

Portanto, na problematização inicial buscou-se responder à questão: *como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo?* A vivência da atividade favoreceu maior liberdade de pensamento aos alunos na qual foram convidados a participar de uma prática de ensino dialogada junto à professora e às graduandas. Os alunos da escola expressaram bastante seus pontos de vista a partir das provocações e mediações feitas pelas licenciandas e professora e não apenas recebendo informações de forma passiva, na qual buscou-se superar a concepção bancária de ensino definida em Freire (2018).

Organização do Conhecimento

A organização do conhecimento aconteceu no momento que a professora juntamente com as licenciandas envolvidas na pesquisa mediarão as discussões de forma não a dar respostas prontas, mas levar os alunos a aprimorar seus conhecimentos prévios, utilizando o próprio experimento para ilustrar as diferentes propriedades físicas dos componentes da mistura, como solubilidade e densidade. Segundo Delizoicov (1991), esse momento tem por objetivo introdução de novos conceitos que possibilitarão aos alunos questionarem a problematização inicial e reformularem sua a visão a respeito deste questionamento gerando um novo conhecimento. Esta etapa foi construída através do diálogo com os estudantes levando em conta observações realizadas durante a atividade experimental (Quadro 3).

Quadro 3: Observações da atividade experimental

O que foi observado?
A formação de três fases distintas (água, óleo e areia), a fase sólida e mais densa (areia) foi separada da fase líquida (água e óleo) após alguns minutos de repouso vertendo-se o líquido para outro recipiente.
Em seguida, a mistura de líquidos foi transferida para um funil de decantação alternativo feito com frasco de detergente reciclável sem fundo para a decantação líquido-líquido.

Fonte: Produção das autoras

Nesta etapa, foi questionado ainda o porquê de os líquidos se separarem a fim de não deixar passar despercebido a questão da diferença de densidade dos líquidos, como fator favorecedor da separação líquido-líquido dentro da perspectiva do tratamento de água em caso de poluição por petróleo.

A organização do conhecimento (Quadro 4) foi realizada à medida que os alunos foram respondendo aos questionamentos propostos a partir da problematização inicial (Quadro 2) para guiar a análise do experimento. Assim, quando foram questionados puderam fazer suas próprias observações para construção do conhecimento.

Quadro 4: Organização do Conhecimento a partir da Problematização inicial

Questionamentos	Alunos
Q1	Os alunos foram capazes de citar os quatro componentes empregados no preparo da mistura (água, sal, areia e óleo lubrificante automotivo) sem dificuldades, o que permitiu fazer a diferenciação de substância e mistura como parte da organização do conhecimento.

Q2	Todos os alunos responderam que só conseguiam observar três componentes (água, areia e óleo lubrificante automotivo) e alguns foram capazes de explicar que o sal estava “misturado” na água, mas sem explicar o motivo de não conseguir vê-lo na mistura. Essa questão permitiu introduzir o conceito de soluções homogêneas, heterogêneas e fases de uma mistura.
Q3	Vários alunos tiveram dificuldade de formular respostas, contudo, alguns alunos foram capazes de propor os processos de decantação e destilação, citados como repouso e fervura respectivamente, porém sem dar aprofundamento a fatores como temperatura, densidade ou equipamentos de laboratório.

Fonte: Produção das autoras

No questionamento Q2 (Vocês conseguem observar todos esses componentes?) os estudantes puderam contribuir com a construção dos conceitos de soluções homogêneas e heterogêneas estabelecendo as relações do conteúdo com o cotidiano através de exemplificações tais como: água e óleo, café e água com sal, como exemplos de misturas heterogêneas e homogêneas. Tais contribuições por parte dos alunos demonstram que a relação vertical educador-educando foi superada na qual ambos foram agentes ativos do processo de aprendizagem e que os estudantes foram capazes de estabelecer conexão do conhecimento científico ao senso comum, mostrando assim que os novos saberes foram obtidos de forma crítica e reflexiva (Freire, 2018; Delizoicov, 1991; Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008).

No questionamento Q3 (Como é possível separar os componentes dessa mistura?) foi possível observar as dificuldades dos alunos em elaborar respostas de um teor mais profundo dentro do conhecimento científico, utilizando uma linguagem mais coloquial ao citarem **fervura** e **repouso** ao invés de **destilação** e **decantação**. Contudo, é possível observar a riqueza dos conhecimentos prévios apresentados que se relacionam muito bem com o conteúdo que foi estudado com diferenças técnicas que não dificultam a introdução do conhecimento científico estudado (Freire, 2018). Nesse momento foi realizada a sistematização desses conceitos respeitando os conhecimentos prévios ao relacionar **destilação** e **decantação** com **fervura** e **repouso** mostrando a importância das propriedades físicas, como densidade e temperatura de ebulição, que são inerentes ao processo.

Assim, ao responderem a esses questionamentos, os alunos puderam formular e reformular hipóteses a partir da observação do experimento em um processo em que a fala foi um elemento primordial para levar ao processo mais viável de proceder às separações, na qual os estudantes assumiram um papel participativo na aprendizagem que segundo Freire é caracterizado como a superação da relação vertical educador-educando e conseqüentemente uma tomada de autonomia dos estudantes (Freire, 2018; Freire, 2011).

Ao final da experimentação, as licenciandas mediarão a discussão retomando a problematização inicial (*como é possível resolver um problema de derramamento de petróleo?*) para formalizar a relação do conhecimento de separação de misturas e o tema gerador. Para enfatizar a abordagem CTSA, foram citados alguns dos principais problemas ambientais causados por petróleo na água do mar que inclui morte de peixes, por asfixia, e aves marinhas, que ficam recobertas pelo óleo podendo ficar impedidas de voar. Esses exemplos visaram, sobretudo, sensibilizar os alunos sobre as ações antrópicas no meio ambiente. Na ocasião, foram enfatizadas ações diárias que também podem impactar no meio ambiente como descartar resíduos sólidos em locais considerados inadequados para seu descarte como em vias públicas, no chão da rua ou no esgoto. A

importância de problematizar esse tema é levar os estudantes a enxergar o conhecimento escolar na perspectiva CTSA que compreende o saber científico como algo capaz de promover a formação crítica e não fragmentada e limitada às discussões de sala de aula (Mello et al., 2019; Bouzon et al., 2018; Vasconcelos & Andrade, 2017).

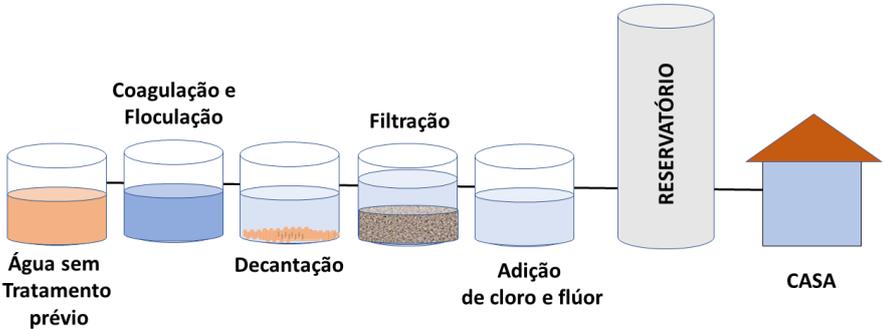
Durante toda a atividade foi possível perceber uma envolvente participação dos estudantes na busca da solução para o problema, capazes de se questionar acerca das ações antrópicas sobre o meio ambiente. As discussões na perspectiva CTSA visaram apresentar como a Ciência e a Tecnologia podem atuar sobre a sociedade e meio ambiente referente as questões que envolvem ética, política e economia. A atividade empregada pode ser caracterizada como uma prática dialógica, uma vez que incentiva discentes e docentes a se questionarem, refletirem e desenvolverem entre si intervenções que proporcionem o desenvolvimento da aprendizagem e do aperfeiçoamento profissional de forma conjunta.

Aplicação do Conhecimento

O terceiro momento pedagógico (aplicação do conhecimento) é um estágio na qual os estudantes com um aporte teórico maior que no início da prática, são capazes de refletir criticamente sobre o conteúdo em perspectivas diferentes da abordada na problematização inicial. Tal aplicação do conhecimento pode se dar em situações cotidianas, como compreender o preparo de um café como uma simples solução homogênea, ou em temas mais abrangentes que impactam diretamente na Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) (Delizoicov, 1991, Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008; Bouzon et al., 2018). Assim, a capacidade de aplicação dos seus conhecimentos em diferentes contextos, bem como a avaliação da aprendizagem dos alunos, se deu a partir da aplicação de um questionário contendo as três questões (Quadro 5).

As duas primeiras questões do questionário avaliativo visaram estritamente avaliar a contribuição real para a aprendizagem no que tange a aplicação de conhecimento definida por Delizoicov (1991) como a capacidade de o aluno intervir em situações-problemas abertas utilizando o conhecimento científico já sistematizado em sala de aula, ou seja, após a organização do conhecimento.

Quadro 5: Questionário Aplicado aos alunos

Questões	Respostas
<p>Pergunta 1</p>	<p>Observando o esquema geral utilizado nas Estações de Tratamento de Água (ETA) abaixo, descreva com suas palavras as etapas de separação: decantação e filtração.</p> <p style="text-align: center;">ESQUEMA DOS PROCESSOS MAIS USADOS NO TRATAMENTO DE ÁGUA</p> 
<p>Pergunta 2</p>	<p>Você acha possível tornar potável a água do mar? Se sim, cite alguns processos que você poderia usar para tratar essa água.</p>

Pergunta 3	Dê a sua opinião, sobre o estudo de Separação de Mistura utilizando os experimentos realizados em sala de aula e no laboratório. Esta metodologia de ensino facilitou a sua compreensão? Comente sobre o seu nível de dificuldade e se houve aprendizagem (justifique).
-------------------	---

Fonte: Produção das autoras

Segue-se as discussões pertinentes às respectivas perguntas elaboradas no questionário entregue aos alunos.

Pergunta 1

A primeira pergunta enfatiza questões como decantação e filtração, nas quais os dados revelaram que os alunos entendem que esses processos se caracterizam como processos de separação (Quadro 6) independentemente do modo como eles acontecem, o que pode ser observado em sala de aula. Outro ponto importante é como esses processos de separação de misturas podem ser associados ao contexto de vida dos alunos como “tratamento de água” (Quadro 5). Este é um dos aspectos da abordagem CTS caracterizados por Santos e Mortimer (2000, p. 12) a partir dos trabalhos de Mckavanagh e Maher (1982, p. 72) que trata este aspecto como “efeito da Tecnologia sobre a Sociedade”, ou seja, a tecnologia disponível influencia o estilo de vida de um grupo humano. Neste caso, o tratamento realizado na estação de água da cidade é um tipo de Tecnologia que influencia diretamente na qualidade de vida da comunidade, ou seja, conhecer este processo da aplicação da Ciência e da Tecnologia em sua conotação social, é garantir uma compreensão genuína do que é a Ciência e Tecnologia.

A partir da resposta dos alunos a pergunta 1 do Quadro 5, foi possível observar que a associação dos conteúdos teóricos com exemplos de situações práticas similares demonstra que os alunos aprenderam o conteúdo de forma significativa na qual foram capazes de somar novos saberes aos seus conhecimentos prévios, que é o objetivo do momento pedagógico Organização do Conhecimento (Quadro 6) (Delizoicov, 1991).

Quadro 6: Respostas dos alunos

<p>Aluno 1: Decantação: as partículas mais pesadas descem e as mais leves sobem; Filtração: um exemplo de filtração é tirar as partículas presentes na água.</p> <p>Aluno 2: Decantação: separando a água da areia sabendo que o mais denso desce e o menos denso sobe.</p> <p>Aluno 3: Decantação: é uma separação através da densidade e é fácil de fazer; Filtração: é a separação por meio de uma forma fácil também utilizando um béquer, um funil e um algodão como forma de separar as partículas mais densas.</p>

Fonte: Dados da Pesquisa

As respostas obtidas demonstram também que os alunos foram capazes de aplicar seus conhecimentos em um contexto diferente, utilizando os conceitos já estudados, demonstrando assim, uma atitude reflexiva e autônoma em relação ao conhecimento (Freire, 2011). A partir da problemática da ETA, foi possível perceber que os alunos foram capazes de articular o conteúdo científico com uma necessidade social ao serem capazes de elaborar respostas a uma questão de interesse comum que é o tratamento de água (Bouzon et al., 2018; Moireira, Aires & Lorenzetti, 2017; Souza et al., 2013).

Pergunta 2

Na pergunta 2 (Você acha possível tornar potável a água do mar?), apesar da simplicidade das respostas, foi possível observar que os alunos tiveram um raciocínio que demonstrou a capacidade de aplicar seus conhecimentos, apesar de o tratamento da água do mar ser um processo pouco conhecido pela população em geral. Neste caso os alunos demonstraram competências necessárias para o entendimento da questão apresentada, que é ponte para construção do conhecimento científico.

Quadro 7: Respostas dos alunos

Aluno 1: Com o processo de decantação para a separação das partículas de areia misturadas com a água e o sal.

Aluno 2: Eu faria uma destilação.

Aluno 3: Decantação, filtração e destilação, mas pode ser um processo um pouco demorado.

Fonte: Dados da Pesquisa

Decantação e filtração foram os processos mais citados, por considerarem a presença de dejetos e impurezas impróprias para o consumo humano, enquanto, a destilação como alternativa para dessalinização da água foi menos citada. Isso pode ser justificado pelo fato de os estudantes não terem referências do processo de dessalinização da água do mar pois essa não é uma tecnologia comum nessa região do Brasil. Nessa perspectiva, Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008, p.36) comentam que “[...] não há como ignorar que toda anotação é feita carregada pelas experiências anteriores que o sujeito tem”, assim, cabe ao professor contribuir pedagogicamente sobre essa tecnologia de forma a tornar os alunos capazes de refletir, conhecer e discutir ciência, tecnologia, sociedade e ambiente dentro e fora da sala de aula (Bouzon et al., 2018; Moreira, Aires & Lorenzetti, 2017; Andrade & Vasconcelos, 2014). Alguns alunos, como o Aluno 3, além de elencar corretamente os possíveis processos de separação para solucionar a problemática, foram capazes de evidenciar a questão do tempo de tratamento, o que evidencia um dos pontos positivos da abordagem problematizadora, uma vez que o aluno foi capaz de refletir analiticamente a partir de uma nova problemática (Francisco Jr., Ferreira & Hartwig, 2008).

Esta discussão também envolve os aspectos relacionados ao efeito da Tecnologia sobre a sociedade e o efeito da Sociedade sobre a Tecnologia por Santos e Mortimer (2000, p. 12) a partir dos trabalhos de Mckavanagh e Maher (1982, p. 72), no qual é preciso que o aluno entenda como a produção de uma Tecnologia pode intervir na sociedade, impactar o meio em que vive e que nem sempre está inteiramente a serviço do bem comum, mas, mesmo que não intencionalmente, os interesses econômicos são visados em primeiro lugar, mantendo o *status quo*.

Pergunta 3

Quanto à pergunta 3 (Dê a sua opinião sobre a metodologia empregada no estudo de Separação de Mistura utilizando o experimento realizado no laboratório. Esta metodologia de ensino facilitou a sua compreensão? Comente sobre o seu nível de dificuldade e se houve aprendizagem), os alunos responderam:

Quadro 8: Respostas dos alunos

Aluno 1: Houve aprendizagem, pois quando vemos o experimento, percebemos como realmente funciona o processo de separação e o quanto é fácil.

Aluno 2: Sim, porque além de ser uma nova forma de aprendizagem, é um jeito legal de tratar o assunto. Eu acho que meu nível de dificuldade é médio porque eu realmente acho química muito chata, mas o assunto é legal.

Aluno 3: Sim, porque escrevendo eu tenho muita preguiça. Já com os experimentos eu consegui prestar mais atenção e tive mais entendimento.

Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo os alunos, a proposta metodológica consistiu em um elemento motivador capaz de promover e consolidar a aprendizagem. Nesse aspecto, Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008, p. 34) destacam que “à medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, espera-se que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais”. Nessa perspectiva os alunos afirmaram seus desinteresses e esforços mínimos para os estudos, contudo a experimentação empregada, como estratégia educacional e motivacional, contribuiu para envolvê-los no processo de ensino-aprendizagem.

Considerações Finais

A experimentação problematizadora sobre *Separação de Misturas e Meio Ambiente*, como proposta metodológica no Ensino de Química sustentada na problematização de Freire (2018), levou os alunos à uma aprendizagem mais significativa sobre os processos de separação de misturas empregados em uma simulação de um derramamento de petróleo na água do mar, bem como foram capazes de refletir criticamente sobre impactos ambientais em uma prática pedagógica reflexiva e cidadã. A atividade também mostrou a importância da introdução de trabalhos que incorporem uma abordagem em CTS/CTSA, que instiguem os alunos a reflexão sobre as relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente para a formação de um cidadão capaz de perceber estas implicações envolvidas na tomada de decisões em sua comunidade.

A proposta metodológica utilizada contribuiu para a melhor assimilação do conteúdo trabalhado em sala de aula, bem como para a construção de novos conhecimentos construídos a partir das informações já conhecidas pelos alunos na qual houve o respeito a autonomia dos mesmos em que a contradição professor-educando foi superada por meio do diálogo conduzido sobre princípios da contextualização e problematização.

Ao articular os novos saberes em contextos diferentes, etapa de aplicação do conhecimento definida por Delizoicov (1991), os estudantes demonstram autonomia em relação ao conhecimento e alcançaram a aprendizagem dos processos que se constituem a respeito do conteúdo proposto durante o experimento.

Este trabalho reforça a importância de empregar experimentações problematizadoras no Ensino de Química pois tais atividades são capazes de motivar os estudantes a participar das discussões do conteúdo escolar em uma prática de ensino-aprendizagem dialogada, capaz de expandir o conhecimento de senso comum com o saber científico e estabelecer conexão entre as novas informações com as que já possuíam.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pelo financiamento através do PIBID, ao IFMA-Campus Monte Castelo e ao Centro de Ensino Gonçalves Dias pela parceria que garantiu o espaço para desenvolvimento dessa atividade.

Referências

- Andrade, Bruno D. S., & Vasconcelos, Carlos A. (2014). O enfoque CTSA no Ensino Médio: um relato de experiência no ensino de Biologia. *Scientia Plena*, 10(4b), 1-9.
- Alves, Alda J. (2013). O planejamento de pesquisas qualitativas em educação em educação. *Cadernos de Pesquisa*, 77, 53-61.
- Asubel, David P., Novak, Joseph D., & Hanesian, Helen (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bardin, Laurence (2009). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Binsfeld, Silvia C., & Auth, Milton A. (2011). A experimentação no ensino de ciências da educação básica: constatações e desafios. *Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências*, 8, 1-10.
- Bogdan, Robert., & Biklen, Sari (1982). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto-POR: Porto Editora.
- Bouzon, Julia D., Brandão, Juliana B., Santos, Taís C. D., & Chrispino, Álvaro (2018). O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, 40(3), 214-225.
- Branco, G. M. R. C. (2012). *Atividades experimentais de química em perspectiva problematizadora: oportunidade de promoção do diálogo entre professor e alunos*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.
- Cavalcante, Beatriz P., Teixeira, Ana M., & Marcelo, Luciana R. (2019). O Desastre de Mariana como Abordagem Investigativa e CTSA no Ensino de Química. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, 9(2),
- Chassot, Attico (2004). *Educação Consciência* (2ª ed.) São Paulo: Moderna.
- Cortella, Mário S. (2006). *A Escola e o Conhecimento: Fundamentos Epistemológicos e políticos* (10ª ed) São Paulo: Cortez.
- Delizoicov, Demétrio (1991). *Conhecimentos, Tensões e Transições*. Tese (Doutorado em Educação), São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Delizoicov, Demétrio, Angotti, José A., & Pernambuco, Marta M. C. A. (2002). *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Francisco Jr., Wilmo. E., Ferreira, Luiz H., & Hartwig, Dácio R. (2008). Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. *Química nova na Escola*, 30(4), 34-41.
- Freire, Paulo. (2011). *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa* (43ª ed.). São Paulo: Terra e Paz.
- Freire, Paulo. (2018). *Pedagogia do Oprimido* (65ª ed.) Rio de Janeiro: Terra e Paz.
- Gehlen, Simone T., Maldaner, Otávio A., & Delizoicov, Demétrio (2012). Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, 18(1), 1-22.
- Giani, Kellen (2010). *A Experimentação no Ensino de Ciências: Possibilidades e Limites na Busca de uma Aprendizagem Significativa*. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, Brasília, Brasil.

- Giordan, Marcelo (1999). O papel da experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*, (10), 43-49.
- Gonçalves, Fábio P., & Marques, Carlos A. (2011). A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes. *Química Nova*, 34(5), 899-904.
- Gonçalves, Fábio P. (2005). *O texto de experimentação na educação em química: discursos pedagógicos e epistemológicos*. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
- Guimarães, Cleidson C. (2009). Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química nova na escola*, 31(3), 198-202.
- Hofstein, Avi, Aikenhead, Glen, & Riquarts, Kurt (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. *International Journal of Science Education*, 10(4), 357-366.
- Kmiecik, Juliana, & Maceno, Nicole G. (2017). As Contribuições da Experimentação Problematizadora para a Aprendizagem de Processos Físicos e Químicos no Ensino Fundamental pela Análise da Linguagem Verbal. *Cidadania em Ação: Revista de Extensão e Cultura*, 1(1), 62-75.
- Libâneo, José C., & Alves, Nilda (2017). *Temas de pedagogia: Diálogos entre didática e currículo*. São Paulo: Cortez.
- López, José L. L., & Cerezo, José A. L. (1996). *Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad*. In: García, M., Cerezo, J., & López, J. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos SA.
- Ludke, M., & André, M. (2012). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- McKAVANAGH, C., & MAHER, M. (1982). Challenges to science education and the STS response. *The Australian Science Teachers Journal*, 28(2), 69-73.
- Maldaner, Otávio A. (2000). *A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores*. Ijuí-RS: Editora Unijuí.
- Meirieu, P. (1998). *Aprender... sim, mas como?*. Porto Alegre: Artmed.
- Melo, Carla C., Oliveira, Regina C. B., & Souza, Agilson N. (2019). Utilização de experimentação como aporte em atividades problematizadoras para a significação de conceitos químicos no Ensino Básico. *Debates em Educação*, 11(24), 84-105.
- Mello, Flávia D., Gomes, Sandra I. A. A., Giusti, Edneia D., Sandri, Marilei C. M., & Robaert, Samuel (2019). Determinação do grau de saponificação de óleo residual: uma experiência no ensino de Química sob as perspectivas CTSA e Química Verde. *Educación química*, 30(1), 21-30.
- Moreira, Amanda M., Aires, Joanez A., & Lorenzetti, Leonir (2017). Abordagem CTS e o conceito de química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. *Actio: Docência em Ciências*, 2(2), 193-210.
- Morin, Edgar (2005) *Ciência com Consciência* (8ª ed.). Rio de Janeiro: Bertrand.
- Muenchen, Cristiane, & Delizoicov, Demétrio (2012). A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 14(3), 199-215.
- Muenchen, Cristiane, & Delizoicov, Demétrio (2014). Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". *Ciência & Educação*, 20(3), 617-638.

- Nunes, Anny V. R., Motta, Ludymila B., & Zanotti, Rafael F. (2020). Compostagem lúdica e interdisciplinar: um recurso para o ensino e a aprendizagem com orientação CTSA. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 27930-27949.
- Pinheiro, Nilcéia A. M., Silveira, Rosemari M. C. F., & Bazzo, Walter. A. (2007). Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84.
- Pimenta, Selma G. (1999). *Saberes pedagógicos e atividade docente*. São Paulo: Cortez.
- Rebello, Gabriel A. F., Argyros, Mécia D. M., Leite, Wallace L. L., Santos, Mayke M., Barros, José C., Santos, Paula M. L. D., & Silva, Joaquim F. M. D. (2012). Nanotecnologia, um tema para o ensino médio utilizando a abordagem CTSA. *Química nova na escola*, 34(01), 3-9.
- Rios, T. A. (2008). *Compreender e Ensinar: Por uma Docência de Qualidade* (7ª ed.) São Paulo: Cortez.
- Santos, Wildson. L. P., & Mortimer, Eduardo F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em educação em ciências*, 2(2), 1-23.
- Silva, R. D., Machado, Patrícia F. L., & Tunes, Elizabeth (2010). Experimentar sem medo de errar. In: Santos, Wildson, & Maldaner Otávio A. (org). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Unijuí, pp.231-261.
- Silva, Minelly D., Martins, Elisete S., Amaral, Willian D., Silva, Heleno D., & Martines, Elizabeth A. L. (2015). Compostagem: experimentação problematizadora e recurso interdisciplinar no ensino de química. *Química Nova na Escola*, 37(1), 71-81.
- Soares, Gisele L., Ribeiro, Ana C. S., de Vilhena, Ticiania F. D. P., Munhoz, Juliane M., & Stefenon, Valdir M. (2012). A formação do cidadão no ambiente escolar: da conscientização à intervenção na própria realidade. *Revista Monografias Ambientais*, 8(8), 1858-1869.
- Souza, Fabia L., Akahoshi, Luciane H., Marcondes, Maria E. R., & do Carmo, Miriam P. (2013). *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo: EDUSP.
- Suassuna, Livia (2008). Pesquisa qualitativa em Educação e Linguagem: histórico e validação do paradigma indiciário. *Perspectiva*, 26(1), 341-377.
- Vasconcelos, Carlos A. D., & Andrade, Bruno D. S. (2017). Abordagem da separação de misturas no ensino fundamental sob o enfoque CTSA visando a contextualização no ensino de ciências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 8(1), 1-13.
- Vasquez, A., Acevedo, J. A., & Manassero, M. A. (2003). Consensos sobre la natureza de la ciência: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Zanotto, Ricardo L., Silveira, Rosemari M. C. F., & Sauer, Elenise (2016). Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. *Ciência & Educação*, 22(3), 727-740.
- Xavier, Patrícia M. A., Flor, Cristhiane C., & Rezende, Terezinha R. M. (2013). Concepções de licenciandos em química sobre a utilização de casos simulados dentro da perspectiva CTS. *Experiências em Ensino de Ciências*, 8(2), 37-50.