

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ARTICULADA A EXPERIMENTAÇÃO PARA ABORDAGEM DE CONTEÚDOS QUÍMICOS RELACIONADOS A TEMÁTICA QUALIDADE DA GASOLINA PARA ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Problem solving articulated the experimentation to approach chemical contents related to the theme of gasoline quality for highschool students

Edilane Alice de Alcântara Assunção [aliceedilane2@gmail.com]

Ivoneide de Carvalho Lopes Barros [ivoneide.lopes@ufrpe.br]

Angela Fernandes Campos [afernandescampos@gmail.com]

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos - Recife/PE

Recebido em: 27/07/2020

Aceito em: 22/02/2021

Resumo

Neste estudo foi elaborada e aplicada uma proposta didática pautada na metodologia de resolução de problemas (RP) articulada a experimentos investigativos em duas turmas do terceiro ano do ensino médio. A temática Qualidade da Gasolina foi escolhida como ponto de partida para abordagem dos conteúdos solubilidade e polaridade das moléculas. A metodologia envolveu o seguinte planejamento: elaboração do problema; elaboração das atividades experimentais; apresentação do problema aos estudantes e levantamento de hipóteses; experimentação investigativa; análise das respostas dos estudantes às questões referentes as atividades experimentais e ao problema proposto. Observou-se que o uso da metodologia RP contribuiu para que os estudantes vinculassem os conceitos químicos ao seu dia-a-dia, articulassem a dimensão teórica do conhecimento químico com o aspecto fenomenológico e desempenhassem um papel ativo dentro do processo de construção do conhecimento científico. O estudo sugere a utilização da metodologia RP em situações de ensino e aprendizagem como metodologia inovadora no ensino de Química.

Palavras-chave: Resolução de problemas; atividades experimentais; ensino médio; qualidade da gasolina.

Abstract

In this study, a didactic proposal based on the methodology of problem solving (PS) was elaborated and applied, articulated to investigative experiments in two classes of the third year of high school. The theme Gasoline Quality was chosen as a starting point for addressing the molecules' solubility and polarity content. The methodology involved the following planning: elaboration of the problem; elaboration of experimental activities; presenting the problem to students and raising hypotheses; investigative experimentation; analysis of students' answers to questions regarding experimental activities and the proposed problem. It was observed that the use of the methodology contributed for the students to link the chemical concepts to their daily life, to articulate the theoretical dimension of chemical knowledge with the phenomenological aspect and to play an active role within the process of construction of the scientific knowledge. The study suggests the use of the PS methodology in other teaching and learning situations as an innovative methodology in the teaching of Chemistry.

Keywords: Problem Solving; experimental activities; high school; gasoline quality.

Introdução

Segundo pesquisadores (Guimarães, 2009; Carvalho, 2013) o ensino de Química/Ciências presente na maioria das escolas brasileiras ainda é predominantemente conceitual, com ênfase na aplicação de fórmulas e exercícios, resolvidos de forma mecânica e automática contribuindo para o desestímulo dos estudantes no interesse e aprendizagem da Ciência Química.

Diante das exigências atuais, reportadas nos discursos curriculares oficiais (Brasil, 2015, 2018) sobre o desenvolvimento de competências diversas nos estudantes ao longo da educação básica, há a necessidade de se refletir sobre a inserção de modelos de ensino no contexto escolar que se distanciem da perspectiva tradicional (transmissão-recepção). Nesse sentido, nos últimos tempos têm surgido estratégias de ensino inovadoras que contribuem para melhoria do processo de ensino-aprendizagem; articulação dos conceitos científicos com o cotidiano; desenvolvimento de procedimentos e atitudes nos estudantes (Nagarajan & Overton, 2019); participação ativa dos estudantes dentro do processo de construção do conhecimento científico. Sob esta perspectiva, o ensino por resolução de problemas (RP) constitui uma alternativa ao modelo de ensino tradicional (Santos, Almeida & Campos, 2004; Paixão & Cachapuz, 2003; Maldaner, 2003).

Historicamente, o ensino por RP, também conhecido internacionalmente como PBL, do inglês Problem Based-Learning, tem origem em 1969 na área de Medicina na Universidade McMaster no Canadá. Nesse contexto, situações reais envolvendo pacientes com problemas de saúde eram apresentados aos estudantes para que eles em pequenos grupos pesquisassem informações relevantes e buscassem meios de solucionar os problemas apresentados pelos pacientes (Overton & Randles, 2015). A partir da década de 70, o ensino por RP se expandiu para outras áreas do conhecimento. Em Ciências Humanas, por exemplo, em cursos de História, Administração, Contabilidade. Também nas Ciências Exatas e da Natureza, nas Engenharias, Biologia, Química, Física e em diferentes níveis de ensino, ou seja, fundamental, médio e superior (Souza & Dourado, 2015).

O ensino por RP consiste numa metodologia ativa que apresenta como ponto de partida para o processo educativo um problema, ou seja, uma situação que a princípio os estudantes não dispõem de meios imediatos para resolvê-lo. O problema constitui um enunciado que apresenta algumas características, como a presença de um obstáculo, ajustado ao nível cognitivo do estudante; um contexto, de preferência relacionado ao mundo real com o objetivo de motivar os estudantes na busca de resolver o enunciado proposto. No processo de resolução do problema, os estudantes constroem suas representações. O procedimento de emissão de hipóteses diante do problema com o qual eles se deparam possibilita que eles levem em consideração seus conhecimentos prévios. Por isso, é dito que o ensino por RP ativa as ideias iniciais dos estudantes. As atividades planejadas, disponibilizadas e mediadas pelo professor contribuem para que os estudantes transponham o obstáculo, resolvam o problema e adquiram dessa forma a aprendizagem (Meirieu, 1998). De acordo com Campos & Fernandes (2020), no ensino por RP, há etapas bem características e estabelecidas, em que o problema é o ponto de partida. O que está presente no enunciado, qual(is) contexto (s) e obstáculo(s) inserido(s) pelo professor, são escolhas pessoais, que podem variar dependendo do contexto da sala de aula, do nível cognitivo dos estudantes, das condições materiais para a resolução, do conteúdo abordado, dentre outras variáveis. Campos e Fernandes (2020) também ressaltam a necessidade do professor ter uma formação nesta direção, pois é necessário que ele tenha conhecimento sobre a prática do ensino por RP que demanda um planejamento prévio que envolve a escolha de um contexto, a elaboração de um enunciado que constituirá o problema, a construção de atividades didáticas que ofereçam aos estudantes as condições necessárias para a resolução do problema e, por fim, a capacidade de análise e avaliação das soluções apresentadas pelos estudantes.

Medeiros e Goi (2018) recentemente realizaram um estudo no sentido de buscar identificar como o ensino por resolução de problemas vem sendo implementado na educação e quais contribuições estão sendo proporcionadas para a melhoria da aprendizagem. As autoras consideraram

na pesquisa os estudos publicados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) no período de 2011 a 2017. A investigação revelou quatro categorias de investigações articuladas ao ensino por RP, a saber: atividades experimentais investigativas; simulação no ensino básico e formação inicial; revisão de literatura; formação continuada.

O presente estudo se insere na categoria que traz a articulação da resolução de problemas com experimentos investigativos para abordagem de conteúdos químicos atrelados a temática ‘Qualidade da Gasolina’. O problema é apresentado aos estudantes e a experimentação se insere como atividade para possibilitar a resolução do problema proposto. Segundo as autoras, a experimentação investigativa articulada a metodologia RP potencializa a participação ativa dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem.

Um dos principais fatores que caracterizam a experimentação investigativa são os problemas que os professores trazem em sala para que os estudantes resolvam. Isto é evidenciado durante o processo de resolução, em que os estudantes desenvolvem suas capacidades cognitivas e conseguem obter uma aprendizagem significativa, pois são estimulados a pensar, a pesquisar e até mesmo a discutir hipóteses no coletivo (Carvalho & Gil-Pérez, 2006).

Pesquisas nacionais (Fernandes & Campos, 2014; Silva, Campos & Almeida, 2017; Silva & Nuñez, 2002) e internacionais (Shultz & Zemke, 2019; Costantino & Barlocco, 2019; Hicks & Bevsek, 2012; Bellová, Melicherciková & Tomčík, 2018), têm mostrado experiências exitosas quando os professores de Química trabalham com resoluções de problemas no contexto universitário. No entanto, há necessidade de mais pesquisas sob esta perspectiva voltadas para o ensino médio. Neste sentido e buscando contribuir, este estudo tem como objetivo analisar as contribuições da metodologia de resolução de problemas articulada a experimentos investigativos para abordagem da temática Qualidade da Gasolina na compreensão pelos estudantes do terceiro ano do ensino médio dos conteúdos químicos solubilidade e polaridade das moléculas.

Qualidade da Gasolina: alguns aspectos

O petróleo é a matéria-prima de vários produtos que exercem papel fundamental na sociedade. A gasolina é um desses produtos, sendo obtida a partir da destilação fracionada do petróleo, assim como o gás natural, o querosene e o diesel. A gasolina é a fração do petróleo que apresenta maior valor comercial, tipicamente constituída por uma mistura de hidrocarbonetos saturados que contem de 5 a 8 átomos de carbono por molécula (Morrison & Boyd, Solomons, 1996). Além dos hidrocarbonetos, presentes em sua composição, a gasolina possui contaminantes tóxicos naturais em baixas concentrações, formados por compostos contendo enxofre, oxigênio, benzeno, metais e nitrogênio (Takeshita, 2006). O órgão responsável pela regulamentação e fiscalização da qualidade desse combustível no Brasil, é a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A ANP especifica dois tipos de gasolina, a tipo A, que é obtida diretamente nas refinarias, não sendo permitida sua venda em postos de combustíveis no Brasil e a tipo C, que é obtida a partir da mistura da gasolina tipo A com a adição de álcool etílico anidro combustível (no máximo 27% em volumes), a qual é comercializada no varejo.

Recentemente, a gasolina ganhou mais evidência na mídia, devido à greve de caminhoneiros que ocorreu em meados de maio de 2018 em todo o Brasil, provocada pela insatisfação da categoria aos reajustes frequentes, em particular o óleo diesel, principal combustível utilizado pelos caminhoneiros. Os grevistas promoveram paralisações e bloqueios de diversas rodovias em 24 estados e no Distrito Federal, causando a indisponibilidade de alimentos e remédios ao redor do país, escassez e alta de preços da gasolina (Extra, Folha, 2018). Assim, com a falta de combustíveis nos postos de gasolina, diversos consumidores foram surpreendidos com a má qualidade da gasolina devido à sua adulteração. Rapidamente, isto se tornou um caso relevante e de ocorrência em nível

nacional, induzindo os órgãos responsáveis para atuarem na fiscalização e coibição desse tipo de procedimento.

Dentre os solventes mais usados na adulteração da gasolina estão o óleo diesel, querosene e refinados petroquímicos (Teixeira, Guimarães & Pontos, 2001), além do solvente de borracha (Dagostin, 2003) e o excesso de álcool anidro (Oliveira, Teixeira & Araújo, 2004). Segundo Takeshita (2006), uma gasolina com excesso de álcool anidro provoca a desregulagem do motor e elevação do índice do consumo de combustível.

Além disso, com o tempo, e através do contato com as partes metálicas, o álcool provoca corrosão que entra em contato com o combustível, e conseqüentemente obriga a necessária abertura do motor do veículo para manutenção, limpeza e até mesmo substituição de peças danificadas.

Nesse contexto, a gasolina constitui-se como um tema potencial para abordagem em sala de aula. A relevância dessa temática associa-se à importância de se introduzir em sala de aula abordagens diferenciadas que tratem o conhecimento de forma contextualizada e que provoque mobilização, motivação e aprendizagem nos estudantes. Por isso, neste estudo fez-se uso da metodologia RP articulada a experimentação investigativa para abordagem com estudantes do ensino médio da temática Qualidade da Gasolina relacionada aos conteúdos químicos solubilidade e polaridade das moléculas.

Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como sendo de natureza qualitativa. O ambiente natural utilizado para coleta de dados foi a sala de aula. As respostas dos estudantes às questões relacionadas às atividades experimentais e ao problema proposto foram descritas e interpretadas buscando dar sentido e significado aos dados coletados; o olhar para a pesquisa foi direcionado não apenas para o produto final, mas principalmente para o processo de resolução do problema proposto (Lüdke & André, 2014).

Contexto da pesquisa

Participaram da pesquisa duas turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola particular da cidade de Recife - PE. Cada turma continha em média 15 alunos. A proposta didática foi construída a partir da articulação da temática da Qualidade da Gasolina e os conteúdos de solubilidade e polaridade das moléculas mediante uma abordagem diferenciada pautada em resolução de problemas. Os conteúdos químicos anteriormente citados foram vivenciados pelos estudantes durante o primeiro e segundo ano do ensino médio. Também foram propostas duas atividades experimentais na intervenção didática, articuladas ao enunciado do problema de modo a auxiliar os estudantes na busca de uma solução para o problema apresentado.

Procedimentos metodológicos

A fim de atingir o objetivo da pesquisa, foi planejado um caminho metodológico que contou com as seguintes etapas pautadas no ensino por RP: (1) Elaboração do problema, apresentação do problema aos estudantes e levantamento de hipóteses; (2) Elaboração das atividades experimentais; (3) Experimentação investigativa (intervenção didática); (4) Análise dos dados referentes às questões relacionadas às atividades experimentais e ao problema proposto.

Para realização da intervenção didática foi necessário a ministração de 12h/aulas, sendo cada aula correspondente a 45 minutos.

1ª etapa: Elaboração do problema, apresentação do problema aos estudantes e levantamento de hipóteses.

O problema, a seguir, foi elaborado com base na situação já descrita anteriormente que está relacionada com a paralisação dos caminhoneiros (Folha, 2018) e a qualidade da gasolina.

Enunciado do problema: *Com a falta de combustíveis nos postos de gasolina de todo o Brasil, devido à paralisação dos caminhoneiros que aconteceu nos meses de maio e junho de 2018, diversos consumidores foram surpreendidos com a má qualidade da gasolina. A adulteração da gasolina é preocupante, originando várias consequências maléficas aos consumidores, sendo que a primeira a ser notada são os danos provocados nos seus veículos. À vista disso, como é possível por meio da química identificar a qualidade da gasolina que abastece os postos de combustíveis do bairro da sua escola?*

Os estudantes foram divididos em três grupos de 4 a 5 pessoas. O problema foi apresentado a eles. Os estudantes leram e analisaram o enunciado e foram orientados a encontrar uma solução inicial para o problema proposto. Em seguida, foi solicitado que cada grupo, após leitura da sua hipótese, expusesse argumentos que justificasse sua resposta, além de serem questionados (quadro 1) quanto a consistência de suas respostas.

Quadro 1 - Questões que nortearam as discussões das hipóteses levantadas para o problema.

ASPECTOS	QUESTÃO	OBJETIVO
Clareza da Linguagem	Essa resposta possibilita a resolução do problema? Por qual motivo?	Identificar se o problema foi compreendido corretamente e se a resposta condiz com o problema.
Argumentação	Como vocês chegaram a essa resposta para o problema?	Identificar quais conceitos (ideias) foram utilizados para subsidiar a resposta.
Conhecimento Químico	Como o conhecimento químico auxiliou na elaboração da resposta para o problema?	Identificar a ocorrência de aplicação de conceitos químicos para fundamentar a resposta.
Coerência da Argumentação	Como essa resposta, por meio da química, pode solucionar o problema proposto?	Identificar a fundamentação e consistência da argumentação.
Permanência de Ideias	Quais considerações podem ser feitas sobre essa questão quanto a sua utilização na resolução do problema?	Identificar quais pontos de vista / ideias apresentadas devem ser consideradas na elaboração da resposta final.

Após a socialização e discussão das possíveis respostas levantadas pelos grupos, foram selecionados quais aspectos das hipóteses de cada grupo deveriam ser levadas em consideração para a construção de uma solução para o problema. Assim, foi construído no coletivo de cada turma, A e B, uma única resposta para o problema.

2ª etapa: Elaboração das atividades experimentais (AE's)

Para a realização das atividades experimentais, os grupos receberam um kit contendo os materiais e reagentes necessários (gasolina, água, permanganato de potássio, KMnO_4 , iodo, I_2 e

solução de cloreto de sódio, NaCl 10%), bem como um roteiro dos procedimentos necessários para execução dos experimentos. No primeiro experimento (identificação das fases do sistema), adaptado de Dazzani et al. (2013), preparou-se uma mistura de água e gasolina, em dois frascos transparentes, sendo adicionado iodo e permanganato de potássio separadamente em cada um dos frascos, para observação.

O segundo experimento relativo à extração do etanol da gasolina, correspondeu a uma atividade proposta por Soares et al. (2017). Em uma proveta de 100mL foi adicionado 50mL de gasolina comercial e 50ml de solução aquosa de NaCl 10%. A proveta foi fechada, agitada e em seguida invertida verticalmente, de forma lenta, para determinação do teor de etanol na gasolina.

3ª etapa: Experimentação investigativa

Os objetivos de aprendizagem nesta etapa eram dar condições aos estudantes para identificarem as fases do sistema e determinarem o teor de etanol na gasolina. Também, algumas questões (quadro 2) foram introduzidas para auxiliar os estudantes na observação, descrição e registro das informações. O tempo estipulado para cada um dos experimentos foi de 45 minutos. Esta etapa, possibilitou a valorização do nível fenomenológico do conhecimento químico, despertou nos estudantes atitudes de engajamento, observação, discussão e procedimentos relacionados a manipulação de materiais e reagentes químicos durante a execução da atividade experimental.

Durante a intervenção didática, além dos estudantes (E's) realizarem atividades experimentais a fim de experienciarem a observação de fenômenos pertinentes à resolução do problema, possibilitando a articulação dos conceitos de química durante a execução da atividade, várias discussões e questionamentos foram levantados tendo como guia algumas questões norteadoras (Quadro 2) que foram entregues a eles.

Quadro 2 - Questões norteadoras da experimentação investigativa elaboradas de acordo com o estudo de Silva & Pitombo (2006).

QUESTÃO	OBJETIVO
1. Descreva o que foi observado durante a identificação das fases do sistema.	Identificar a percepção do estudante, dos sistemas (água + gasolina) após a adição das espécies químicas KMnO_4 e iodo (I_2).
2. Explique quimicamente as fases dos sistemas identificadas no experimento.	Identificar se os estudantes diferenciam as fases homogênea/heterogênea, observadas antes e após a adição das espécies químicas (KMnO_4 e I_2) nos sistemas (água + gasolina).
3. A partir dos conhecimentos químicos, explique a função do permanganato de potássio e do iodo durante a identificação das fases do sistema.	Identificar se os estudantes reconhecem a função da adição das espécies químicas (KMnO_4 e I_2) aos sistemas, assim como as possíveis associações com os conceitos de solubilidade e polaridade destas espécies nos sistemas em estudo.
4. Descreva o que foi observado durante a determinação do teor de etanol na gasolina.	Identificar os vestígios macroscópicos observados pelos estudantes por meio da interface no sistema heterogêneo água-gasolina, já que a gasolina comercial possui uma coloração.

5. Por que foi utilizado uma solução de NaCl aquosa e não apenas água no experimento?	Identificar indícios de associação das espécies químicas com a solubilidade e polaridade dos componentes do experimento apontados pelos estudantes.
6. Analise a diferença de volume da gasolina após a adição da solução aquosa de NaCl e determine o teor de álcool na gasolina.	Identificar e quantificar o volume da gasolina após a adição da solução aquosa de NaCl apontado pelos estudantes e calcular o teor (%) de álcool na gasolina utilizada.
7. Explique quimicamente (com conceitos químicos apropriados) como o etanol foi extraído da gasolina.	Identificar se os estudantes realizam a associação de conceitos químicos, como solubilidade e polaridade das moléculas na diminuição do teor da gasolina.

4º etapa: Respostas dos estudantes às questões relacionadas as atividades experimentais e ao problema proposto.

Nesta etapa, os grupos retomaram a resolução do problema. De posse da solução inicial, os grupos realizaram trocas entre si, sendo considerada uma nova oportunidade para proporem uma solução ao problema, e foi estipulado o tempo de 10 minutos para cada grupo. Finalmente, após a apresentação de cada grupo, foi proposta de forma consensual, uma única solução ao problema.

A análise dos dados foi realizada a partir das respostas dadas pelos estudantes ao problema (antes e após a intervenção didática) e às questões norteadoras.

Para análise das respostas às questões norteadoras, foram estabelecidas categorias com critérios, definidos a priori, como: satisfatório (S), parcialmente satisfatório (PS) e insatisfatório (I), seguindo as orientações do estudo de De Posada (1999), (Quadro 3).

Quadro 3 - Critérios de análise das respostas dos estudantes referentes às questões abordadas no Quadro 2 e discutidas durante as AE's.

Questão	Categoria	Critério
1	Satisfatório	Quando o estudante descreveu adequadamente as fases do sistema, verificando que o KMnO_4 se dissolveu na água e iodo (I_2) se dissolveu na gasolina.
	Parcial	Aquela que o estudante descreveu as fases dos sistemas, mas fez correlação com apenas uma das espécies: o KMnO_4 a água ou o iodo (I_2) na gasolina.
	Insatisfatório	Quando o estudante afirmou que não havia diferença entre os sistemas e não faz correlação com as espécies químicas KMnO_4 e iodo (I_2).
	Satisfatório	Quando o estudante utiliza o conceito de solubilidade para explicar a dissolução do KMnO_4 em água e do iodo (I_2) em gasolina e faz uso do conceito de polaridade.
	Parcial	Quando o estudante utiliza o conceito de solubilidade para explicar apenas a dissolução do KMnO_4 em água ou do iodo (I_2) em gasolina. Faz uso do conceito de polaridade para uma das espécies químicas.

2	Insatisfatório	Quando o estudante não utiliza o conceito de solubilidade para explicar a dissolução do KMnO_4 em água e do iodo (I_2) em gasolina e nem o conceito de polaridade.
3	Satisfatório	O estudante usa a polaridade dos componentes dos sistemas para explicar adequadamente a afinidade que o KMnO_4 tem pela água e o I_2 pela gasolina.
	Parcial	O estudante usa parcialmente a polaridade dos componentes dos sistemas para explicar a afinidade característica das espécies químicas KMnO_4 e I_2
	Insatisfatório	O estudante não usa a polaridade dos componentes dos sistemas.
4	Satisfatório	O estudante descreve a diminuição do volume da gasolina após o término do experimento e cita a afinidade entre o etanol e a solução de NaCl como justificativa, utilizando o conceito químico de polaridade.
	Parcial	O estudante descreve apenas a diminuição do volume da gasolina e não faz nenhuma associação de conceitos químicos.
	Insatisfatório	O estudante não identifica a diminuição do volume da gasolina após a adição da solução de NaCl , nem faz associação dos conceitos químicos.
5	Satisfatório	O estudante diferencia a polaridade da água e de uma solução de NaCl , atribuindo essa característica química na associação dos componentes do experimento.
	Parcial	O estudante diferencia as polaridades da água e de uma solução aquosa de NaCl . Associações dessas espécies com os demais componentes do experimento não é realizada.
	Insatisfatório	O estudante não consegue realizar a diferenciação.
6	Satisfatório	O estudante identifica a variação do volume da gasolina após a adição de solução aquosa de NaCl e utiliza de cálculo matemático para encontrar o teor de álcool na gasolina.
	Parcial	O estudante apenas identifica a variação do volume da gasolina. O teor do álcool não é atribuído adequadamente a partir dos dados adquiridos.
	Insatisfatório	O estudante não aponta identificação da variação do volume da gasolina e nem determina o teor do álcool encontrado na gasolina.
7	Satisfatório	O estudante utiliza dos conceitos químicos solubilidade e polaridade das moléculas para justificar a diminuição do volume da gasolina, além de compreender que essa variação de volume corresponde ao álcool extraído da gasolina. A extremidade polar do etanol (OH) e a solução de NaCl , que é polar, é apontado como argumento para a extração do etanol da gasolina, que é uma espécie apolar.
	Parcial	O estudante associa a extração do etanol da gasolina à semelhança entre as polaridades dos componentes do experimento, de forma menos explicativa.
	Insatisfatório	O estudante não utiliza a polaridade para justificar a extração do álcool da gasolina e não realiza a associação entre os componentes do experimento.

Durante a realização das atividades experimentais e no ato de responder as questões norteadoras, foram realizadas gravações em áudio, possibilitando, portanto, um acompanhamento das discussões. Também facilitou a análise e interpretação dos dados obtidos.

Resultados e Discussão

Apresentação do problema e levantamento de hipóteses pelos estudantes.

Após leitura e reflexão sobre o enunciado do problema em pequenos grupos de 4 a 5 estudantes, foi identificado que eles tiveram dificuldades de utilizar o conhecimento químico prévio para responder ao problema. As hipóteses levantadas pelos grupos demonstraram forte influência do senso comum, como pode ser observado no Quadro 4. O estudo dos conceitos químicos solubilidade e polaridade, realizado em anos anteriores pelos estudantes não foram suficientes para que eles respondessem ao problema.

Quadro 4 - Hipóteses iniciais dos grupos de estudantes o problema proposto.

Turma	Grupo	Hipótese iniciais
A	G1	“Dependendo de como a gasolina é feita pode prejudicar os veículos.”
	G2	“A adulteração acontece com a porcentagem que fica misturando gasolina, etanol e água. A gente sabe quando a gasolina tem chumbo com um simples teste, é só pegar um copo plástico e colocar a gasolina dentro e se furar o copo é que a gasolina está adulterada.”
	G3	“Devido a paralização dos caminhoneiros muitas cargas de gasolina não chegaram a abastecer as bombas e quando chegaram batizaram a gasolina misturando-a com água fazendo com que os veículos ficassem com defeito.”
B	G1	“O reconhecimento se daria pela mistura da gasolina com água.”
	G2	“A solução é a fiscalização nos postos de gasolina.”
	G3	“Se ao deixar em repouso, a água da gasolina subir, há adulteração.”

Percebe-se que as respostas dos grupos da turma A se detiveram às informações contidas no enunciado do problema. Já na turma B, os grupos G1 e G3 apresentaram hipóteses mais ampliadas, destacando como possibilidade de reconhecimento da adulteração a utilização da mistura da gasolina com água, ainda que sem fazer uso de justificativa química do ponto de vista teórico. Os estudantes demonstraram dificuldades em relacionar os conceitos vivenciados ao longo do ensino médio com a situação real exposta no problema envolvendo a má qualidade da gasolina devido à sua adulteração.

Segundo Freire (2004), os conhecimentos que os estudantes trazem consigo são chamados de cultura primeira, os quais integram o senso comum. Nessa cultura, os estudantes não são familiarizados à observação, discussão e construção do conhecimento. Na introdução de conceitos químicos durante o processo de aprendizagem, é comum que o senso comum ainda esteja fortemente presente nas narrativas dos estudantes, como foi observado nas hipóteses levantadas inicialmente para o problema proposto.

Após a socialização e discussão das possíveis respostas levantadas pelos grupos, foi construído no coletivo uma única resposta para o problema. Assim, a turma A teve como resposta consensual: “Devido a paralização dos caminhoneiros muitas cargas de gasolina não chegaram a abastecer as bombas e quando chegavam alguns postos batizaram a gasolina misturando-a com água/etanol, prejudicando os veículos dependendo da porcentagem de água e etanol adicionada a gasolina”. Para a turma B: “A solução é a fiscalização nos postos de gasolina. E fazer a experiência de pegar um pote transparente e acrescentar gasolina e um pouco de água, deixar por um tempo

imóvel, se a água ficar na superfície a gasolina está adulterada.” Pode-se observar pelas respostas consensuais das turmas A e B que mesmo após as interações sociais entre os estudantes há forte presença do senso comum em suas narrativas.

Pozo e Echeverría (1988) pontuam a importância dos estudantes encontrarem por si mesmos respostas às perguntas que os inquietam ou que precisam responder, ao invés de esperar uma resposta já elaborada por outros, durante a resolução de problemas. E, nesse sentido, Pozo (1998, p. 69) argumenta que “se pretendemos que os alunos usem os seus conhecimentos para resolver problemas, é necessário ensinar-lhes ciências resolvendo problemas”.

Análise das respostas dos estudantes em relação às questões norteadoras relacionadas às atividades experimentais

Com o intuito de analisar a sistematização dos conhecimentos relacionados às atividades experimentais, foi realizada uma análise das respostas dos estudantes das turmas A (Tabela 1) e B (Tabela 2) referentes às questões norteadoras presentes no quadro 2.

Tabela 1 - Percentual de respostas às questões norteadoras durante as atividades experimentais, referente a turma A.

Turma	Categorias	Respostas das questões (%)						
		1	2	3	4	5	6	7
A	Satisfatório	66,7	0	33,3	66,7	66,7	0	33,3
	Parcial	33,3	100	33,3	33,3	0	33,3	66,7
	Insatisfatório	0	0	33,3	0	33,3	66,7	0

Tabela 2 - Percentual de respostas às questões norteadoras durante as atividades experimentais, referente a turma B.

Turma	Categorias	Respostas das questões (%)						
		1	2	3	4	5	6	7
B	Satisfatório	66,7	66,7	66,7	100	66,7	33,3	66,7
	Parcial	33,3	33,3	33,3	0	33,3	33,3	33,3
	Insatisfatório	0	0	0	0	0	33,3	0

Analisando o experimento que envolveu a identificação das fases do sistema, cujas respostas estão associadas às três primeiras questões (Quadro 2), foi verificada certa facilidade dos estudantes em descrever as observações macroscópicas. Em ambas as turmas: A (Tabela 1) e B (Tabela 2), 66,7% dos estudantes conseguiram identificar as fases do sistema (Água + gasolina) após a adição das espécies químicas KMnO_4 e iodo (I_2), concluindo assim que o KMnO_4 se dissolveu na água e iodo (I_2) se dissolveu na gasolina.

No quadro 5 é mostrado parte do diálogo gravado em um dos grupos de estudantes (E) do 3º ano do ensino médio (EM), com mediação do professor (P), durante a discussão da questão 1.

Quadro 5 - Transcrição parcial do diálogo gravado em um dos grupos da turma A durante a discussão da questão 1.

E 1: “Vai, vamos fazer. Para descrever, só descrever. “
E 2: “Eu estou vendo duas fases. Ou três? “
E 1: “Acho que duas, está parecendo uma esponja. Olha aqui Amanda.”
P: “Como vocês identificaram que são duas fases nesse sistema?”
E 3: “Pela cor são duas fases”.
E 3: “Coloca aí. Pede para falar mais o que?”
E 2: “Descrever o que foi observado, foi o que eu observei: Duas fases.”
P: “Agora observem o que vai acontecer aos sistemas ao adicionar o KMnO_4 e iodo (I_2)”.

E 4: “Certo, depois que colocamos essa coisinha preta aí né”
E 1: “Ah, verdade. Um subiu e o outro desceu, ué, por quê?”
P: “Vamos usar uma linguagem química para identificar cada espécie utilizada. Vejam nos rótulos de cada um. E especifiquem o que foi observado quanto as componentes das duas fases, que vocês acabaram de falar que existia”.
E 5: “Esse preto está dizendo aqui que iodo e o outro sei lá como chama, mas coloca aí. O Iodo se juntou com a gasolina.”
E 3: “O iodo ficou em cima então, por isso misturou com a gasolina? A gasolina é a de cima?”
P: “Então podemos dizer que no sistema (água + gasolina) a gasolina ficou na parte superior e a água na parte inferior? Como vocês podem chegar nessa conclusão apenas observando visualmente?”
E 2: “Se misturou é porque deve ser ué, a gasolina tem uma cor. A mais escura ficou em cima, então é a gasolina.”
P: “Então podemos dizer que iodo se dissolveu na gasolina?”
E 1: “Já anotei aqui, e o outro tubo? Qual é mesmo o nome disso?”
E 3: “Tá escrito aqui no papel permanganato de potássio, permanganato. Isso.”
P: “O comportamento do primeiro sistema é igual a esse sistema agora?”
E 4: “Então esse aí ficou na parte de baixo com a água.”
P: “Se o permanganato de potássio ficou na parte de baixo, que é onde fica a água, então...”
E 5: “Coloca aí que misturou com a água.”

De acordo com a transcrição do diálogo (Quadro 5), é possível apontar que os estudantes examinaram que a substância KMnO_4 se dissolvia na fase aquosa e que I_2 se dissolvia na fase orgânica, tornando possível, portanto, que identificassem as fases do sistema em questão, como esperado (Dazzani et. al, 2003).

Com relação às respostas da questão 2, apesar da observação por meio do experimento e do conhecimento teórico sobre os conceitos explanados para a realização dos experimentos, os estudantes da turma A demonstraram certa dificuldade em organizar as ideias, associar e utilizar os termos químicos adequados ou dar significado químico ao fenômeno observado (Tabela 1). Já na turma B, essa dificuldade foi evidenciada em apenas 33,3% dos estudantes (Tabela 2), como pode ser visto nos trechos extraídos da discussão entre um dos grupos dessa turma para essa questão, os quais demonstram preocupação para buscar respostas fundamentadas em conceitos químicos (Quadro 6).

Quadro 6 - Transcrição parcial do diálogo gravado em um dos grupos de estudantes da turma B durante a discussão da questão 2.

P: “Quais conceitos químicos vocês poderiam utilizar para explicar o que foi observado na questão anterior?”
E8: “Aquele negócio de ser parecido. Como é o nome cara?”
P: “Parecidos em que sentido? Vamos lembrar o que pede a questão...”
E7: “Aqui diz quimicamente, explicar quimicamente”
E6: “Coloque esse negócio de serem parecidos, semelhante.”
E10: “Mas por que são semelhantes, deve ter um porquê.”
P: “ Falar que “são semelhantes” não justifica as observações feitas por vocês. Mas aproveitando esse termo, quais características as espécies poderiam ter em comum para serem consideradas ‘semelhantes’? Para uma espécie química ser solúvel ou não, em água e em gasolina, em que elas teriam que ser semelhantes? Quais características?”

Ao serem questionados sobre o papel das espécies químicas (KMnO_4 e I_2) na etapa da identificação das fases do sistema (Questão 3), os estudantes da turma A persistiram com dificuldades

em correlacionar as observações feitas durante os experimentos e os conceitos químicos. Apenas 33,3% conseguiu explicar que KMnO_4 e I_2 exerciam afinidades com água e gasolina, respectivamente, por meio de suas polaridades. E, apesar de já terem observados as interações entre as espécies (KMnO_4 e Água; I_2 e Gasolina) e iniciado uma discussão química, não fizeram uso do conceito de polaridade das espécies químicas para explicar os resultados obtidos durante a experimentação (KMnO_4 /Água e I_2 /Gasolina) (Tabela 1).

Um cenário diferente foi apresentado pelos estudantes da turma B, no qual as respostas (satisfatório e parcial) da questão 3 obtiveram o mesmo resultado da questão 1 (Tabela 2). Os grupos de estudantes que descreveram adequadamente as observações macroscópicas dos experimentos, buscaram uma explicação química (quadro 6) e usaram o conceito de polaridade dos componentes dos sistemas para explicar de forma adequada a afinidade que o KMnO_4 tem pela água e o I_2 pela gasolina, apresentando resultado satisfatório ~ 66,7%.

Não obstante, a atividade experimental para a identificação das fases do sistema (Questões 1 a 3) demonstrou ser eficaz no que tange ao caráter investigativo, proporcionando uma discussão conceitual, a qual envolveu descrição e explicação por meio das evidências macroscópicas. Como afirma Francisco Jr, Ferreira e Hartwing (2008), o uso desse tipo de atividade experimental visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o estudante compreenda não só os conceitos, mas as diferentes formas de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência.

Nas Tabelas 1 e 2 também temos as respostas às questões norteadoras de 4 a 7, que consideram a identificação das fases no sistema água-gasolina, permitindo explorar a extração do etanol em fase aquosa como estratégia para realizar testes quantitativos e validar a qualidade da gasolina (Dazzani et. al, 2003).

Na questão 4, ambas as turmas não apresentaram respostas insatisfatórias, sendo possível afirmar a importância da observação dos fenômenos por meio da experimentação. Gonçalves e Goi (2017) citam como uma das vantagens o fato de a observação permitir chegar mais perto da “perspectiva dos sujeitos” e a experiência direta ser bem melhor para verificar as evidências do experimento, ou seja, o fato dos experimentos terem sido realizados pelos próprios estudantes é algo positivo para a prática da experimentação. Contudo, 33,3% das respostas dos estudantes da turma A (Tabela 1) descreviam apenas a diminuição do volume da gasolina e não faziam nenhuma associação com os conceitos químicos, que era também um dos objetivos da questão. Neste caso, os estudantes além de descrever as evidências macroscópicas dos experimentos, precisariam conseguir associá-las aos conceitos químicos que estavam sendo trabalhados na experimentação.

As respostas satisfatórias na questão 4 para a turma B totalizaram 100% (Tabela 2). E na questão 5, 66,7% para ambas as turmas. Isto confirma o relato de Oliveira (2010), que menciona que em aulas experimentais investigativas os estudantes são desafiados a pensar sobre os fenômenos observados e a tentar relacioná-los com os conceitos que já conhecem possibilitando o avanço no processo de aprendizagem de novos conceitos. Isto é, a apropriação dos conceitos químicos no decorrer da atividade associados àqueles que já foram estudados previamente, influenciaram na evolução da aprendizagem dos estudantes.

Dentre as questões referentes ao experimento da determinação do teor de etanol na gasolina, a maioria das respostas da questão 6 apresentou-se como insatisfatória, 66,7% (A) e 33,3% (B). Os estudantes apresentaram dificuldades para quantificar o volume da gasolina após a adição da solução aquosa de NaCl e calcular o teor (%) de álcool na gasolina utilizada. Além disso, a transcrição parcial da discussão entre os estudantes nesta questão expõe suas dificuldades em cálculos matemáticos, comprometendo assim a resolução da questão, apesar de se perceber algum conhecimento químico (Quadro 7).

Quadro 7 - Transcrição parcial do diálogo gravado em um dos grupos de estudantes da turma B durante a discussão da questão 6.

E 15: “Percentual, agora é matemática. Cadê Jully (professora de matemática)?”
E 13: “Tinha 50, agora a gasolina tem menos.”
P: Então vocês conseguiram observar uma variação do volume da gasolina após a adição de solução de NaCl? Mas por que a quantidade de gasolina diminuiu?”
E 12: “O etanol sai da gasolina, por isso diminuiu.”
E 11: “Mas como é que calcula, é cálculo.”
E 15: “Percentual, aquele negócio de por cento. Faz regra de três.”
E 14: “Como?”
P: Se vocês estão dizendo que a diminuição da gasolina foi por causa da quantidade de etanol que saiu da mesma (gasolina) então inicialmente, deve ser identificado a variação do volume”
E 11: “Se tinha 50 agora tem 40. Fica quanto?”
E 12: “Então tinha 10 de álcool.”
E 13: “Mas é só isso? Diminuir?”
P: “40 mL é a quantidade de gasolina restante para 10mL de etanol, então...”
E 11: “Só calcular, 10.”
E 13: “Mas é por cento, então coloca alguma coisa por cento.”
E 14: “O que por cento? Por cento é 100?”
E 13: “Se 10 é de 50 de gasolina, em como é por cento é 20.”
E 12: “20 do por cento de tudo.”

Segundo Dazzani et al. (2003), a determinação do teor de etanol na gasolina e o estudo da interação entre as moléculas de água, etanol e os hidrocarbonetos presentes na gasolina permitem abordar os conceitos de solubilidade e densidade, explorando as características das moléculas envolvidas para explicar os fenômenos observados.

A explicação química dos estudantes referente a extração do etanol da gasolina (Questão 7) oscilaram entre satisfatório (33,3% e 66,7%) e parcialmente satisfatório (66,7% e 33,3%) para as turmas A e B, respectivamente. Isto demonstra a vinculação do uso de conceitos químicos e do uso de dados experimentais para compor uma resposta, ainda que, às vezes, de forma vaga. Contudo, ainda que com alguma dificuldade para explicar em detalhes a variação de volume correspondente ao álcool extraído da gasolina, observou-se a apropriação dos estudantes dos conceitos de solubilidade e polaridade das moléculas para justificar a diminuição do volume de gasolina (Tabelas 1 e 2). Esses resultados colaboram com o estudo de Dazzani et al (2003), no sentido que a realização da atividade experimental envolvendo o uso da extração de etanol com os estudantes, possibilitou relacionar as propriedades químicas à identificação e quantificação das substâncias.

Análise das respostas dos estudantes ao problema proposto

O quadro 8 a seguir mostra as respostas finais consensuais dos estudantes após construírem as soluções para o problema, inicialmente em grupos e após socializarem e discutirem suas respostas entre os grupos de estudantes.

Quadro 08 - Respostas finais dos grupos de estudantes para o problema proposto.

Turmas	Respostas consensuais dos grupos de estudantes
	Os elementos polares e apolares só sentem afinidades por seus semelhantes, ou seja, polar se atraem por polares, assim como apolares se atraem por apolares. Assim, usando uma solução de cloreto de sódio é possível retirar o

A	álcool da gasolina, pois essa solução é muito polar e consegue separar o álcool (polar) da gasolina e assim é possível identificar sua quantidade e a qualidade da gasolina. ”
B	“É possível extrair o etanol da gasolina a partir da polaridade das moléculas, se o etanol extraído for maior que os 27% permitido pela regulamentação, pode-se dizer que houve adulteração. Ao misturar 50mL de gasolina e 50mL de solução de cloreto de sódio, o etanol que contém na gasolina vai se misturar com a solução de cloreto de sódio pois ambos são polares. Enquanto a gasolina é apolar. Assim se o etanol após extração estiver em porcentagem maior que 27%, pode-se dizer que houve adulteração.”

Analisando o quadro 8, percebe-se a contribuição da metodologia de RP articulada à experimentação na promoção da evolução conceitual dos estudantes, embora tenha sido observado que a turma A na construção de sua narrativa fez uma confusão conceitual envolvendo elementos e espécies, não fazendo distinção entre esses termos.

Os estudantes das turmas A e B, após a vivência da intervenção didática pautada na discussão de experimentos articulados ao problema elaborado neste estudo, expõem suas respostas trazendo uma discussão teórica do conhecimento químico para explicar a questão da adulteração da gasolina. Ao contrário do que foi identificado na etapa de levantamento de hipóteses onde os estudantes responderam ao problema fazendo uso apenas do senso comum, sendo perceptível a evolução conceitual dos estudantes ao comparar os quadros 4 e 8.

No quadro 4, em uma das soluções sugeridas inicialmente pela turma B (G2) com respeito à fiscalização nos postos de gasolinas, foi demonstrado total ausência de fundamentação teórica e associação com os conceitos químicos. Enquanto no quadro 8, a turma B argumenta que “É possível extrair o etanol da gasolina a partir da polaridade das moléculas...”, seguida de uma descrição de um procedimento capaz de identificar se há adulteração da gasolina ou não, demonstrando que a intervenção didática constituída de experimentação investigativa e questões norteadoras dialogadas contribuíram para a resolução do problema.

As discussões orientadas pelas questões norteadoras 1-3 tiveram relevância significativa, sendo verificado que termos como “afinidade” foi bastante utilizado e o conceito de polaridade reforçado. Ademais, a escolha do uso das espécies químicas (KMnO_4 e I_2) possibilitou a compreensão das possíveis afinidades/características químicas da gasolina em relação ao álcool, além de proporcionar discussões dos conceitos de polaridade a partir das observações macroscópicas dos sistemas analisados. Por fim, a utilização do sal NaCl para a extração do etanol da gasolina (Questão 5), foi bem discutido entre os estudantes.

Considerações finais

A proposta didática estimulou os estudantes a desempenhar um papel ativo dentro do processo de construção do conhecimento científico. Com o uso da temática “Qualidade da Gasolina” foi possível verificar a importância de articular os conceitos químicos a uma problemática real, e ainda identificar algumas dificuldades enfrentadas pelos estudantes no entendimento do enunciado do problema e seu processo de resolução.

As atividades experimentais e as observações/discussões orientadas pelas questões (norteadoras) tiveram um papel muito importante para que os estudantes observassem as interações das espécies químicas, promovessem discussões e criassem argumentação teórica para fundamentar

a solução do problema. Além de consolidar, através de conhecimento científico, conceitos já trabalhados anteriormente.

Finalmente, a metodologia de RP contribuiu para a constante interação entre os estudantes e uma reavaliação das suas narrativas, resultando em soluções bem discutidas, dialogadas e construídas sob a mediação do professor.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem a utilização da metodologia RP articulada a experimentos investigativos no contexto escolar como possibilidade de dinamizar a sala de aula, promover o desenvolvimento conceitual, procedimental e atitudinal nos estudantes por meio de seu engajamento, participação e argumentação durante o processo educativo.

Referências Bibliográficas

- Bellová, R., Melichercíková, D., & Tomčík, P. (2018). Approximate Relations in pH Calculations for Aqueous Solutions of Extremely Weak Acids: A Topic for Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 95, (9), 1548-1553.
- Brasil. (2018). Base Nacional Comum Curricular. *Ministério da Educação*. Acesso em 8 abril., 2020, <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Brasil. (2015). Diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial e continuada dos profissionais do magistério da educação básica. *Ministério da Educação*. Acesso em 15 jan., 2020, http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=17625-parecer-cne-cp-2-2015-aprovado-9-junho-2015&category_slug=junho-2015-pdf&Itemid=30192/
- Campos, A. F.; Fernandes, L. dos S. (2020). Tendências de pesquisas sobre aprendizagem baseada em problemas no periódico *Journal of Chemical Education*. *Pesquisa e Ensino*, 1, e202023, 1-24.
- Carvalho, A.M.P., & Gil-Pérez, D. (2006). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez.
- Carvalho, A. M. P. (2013). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.
- Constantino, L., & Barlocco, D. (2019). Teaching an Undergraduate Organic Chemistry Laboratory Course with a Tailored Problem-Based Learning Approach. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 888-894.
- Dagostin, A. P. D. (2003). *Estudo da contaminação da gasolina com solvente para borracha*. (Monografia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.
- Dazzani, M., Correia, P. R. M., Oliveira, P. V., & Marcondes, M. E. R. (2003). Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina. *Química Nova na Escola*, (17), 42-45.
- De Posada, J. M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 12-19.
- Echeverría, M. D. P. P., & Pozo J. I. (1998). Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: Pozo, J. I.(org). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed.

- Extra. (2018). Greve dos caminhoneiros ainda bloqueia estradas em 24 estados e no Distrito Federal. Acesso em 20 jul., 2018, <https://extra.globo.com/noticias/economia/greve-dos-caminhoneiros-ainda-bloqueia-estradas-em-24-estados-no-distrito-federal-22714792.html>.
- Fernandes, L. S., & Campos, A. F. (2014). Elaboração e aplicação de uma intervenção didática utilizando situação-problema no ensino de ligação química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 9(1), 37-49.
- Folha. (2018). Em 4º dia de greve, cidades ficam sem combustível e sem alimentos. Acesso em 24 jul., 2018, <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2018/05/em-4o-dia-de-greve-cidades-ficam-sem-combustivel-e-sem-alimentos.shtml>
- Francisco Jr, W. E., Ferreira, L. H., & Hartwing, D. R. (2008). Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aulas de ciências. *Química nova na escola*, (30), 34-41.
- Freire, P. (2004). *Pedagogia da autonomia*. 26. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. P. (2017). Experimentação investigativa no ensino de ciências na educação básica. *Revista debates em ensino de química*, 207-221.
- Guimarães, C. C. (2009). Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*, 31(3), 198-202.
- Hicks, R. W., & Bevsek, H. M. (2012). Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 89(2), 254-257.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2014). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Maldaner, O. A. (2003). A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: Professores Pesquisadores. 2ª ed. Ijuí: UNIJUÍ.
- Meirieu, P. (1998). *Aprender...sim, mas como?* Trad: Vanise Pereira Dresch. 7ª ed. Porto Alegre: ArtMed.
- Medeiros, D. R., & Goi, M. E. J. (2018). Metodologia de Resolução de Problemas. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 4 (11), 309 – 326.
- Morrison, R., & Boyd, R. (1996). Química Orgânica. Trad. M.A. da Silva. 13ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, (pp. 110-115 e 294-304).
- Nagarajan, S., & Overton, T. (2019). Promoting Systems Thinking Using Project- and Problem-Based Learning. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2901-2909.
- Oliveira, F. S. D., & Teixeira, L. S. G., & Araújo, M. C. U.; et al. (2004). “Screening Analysis to Detecte Adulteration in Brazilian Samples using distillation curves”. *Fuel*. 83 (7-8), 917-923.
- Oliveira, J. R. S. (2010). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, 12 (1), 139- 153.
- Overton, T. L. & Randles, R. A. (2015). Beyond problem-based learning: using dynamic PBL in chemistry. *Chem. Educ. Res. Pract.* 16, 251-259.
- Pozo, J. I. (org). (1998). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed.

Paixão, F., & Cachapuz, A. (2003). Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores de história e filosofia da ciência. *Química nova na escola*, (18), 31-36.

Santos, V. T., Almeida, M. A. V., & Campos, A. F. (2004). Concepções de professores de química do Ensino Médio sobre a resolução de situações-problema. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5, 25-37.

Souza, S. C.; Dourado, L. (2015). Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. *HOLOS*, 5, 182-200.

Shultz, G. V., & Zemke, J. M. (2019). “I Wanna Just Google It and Find the Answer”: Student Information Searching in a Problem-Based Inorganic Chemistry Laboratory Experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 618-628.

Silva, F. C. V., Campos, A. F., & Almeida, M. A. V. (2017). Situação-Problema sobre Radioterapia no Ensino Superior de Química: Contextos de uma Investigação. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12 (1),14-25.

Silva, M. A. E., & Pitombo, R. L. M. (2006). Como os alunos entendem a queima e combustão: contribuições a partir das representações sociais. *Química nova na escola*, (23), 23-26.

Silva, S. F., & Núñez, I. B. (2002). O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes-reflexões teórico-metodológicas. *Química Nova*, 25 (6/B), 1197-1203.

Soares, A. M. S., Cavalcante, M. C., Santos, E. A. S., Mendes, M. H. S., & Miranda, I. S. (2017). *Determinação de teor de álcool na gasolina no município de Santarém – Pará*. In: 57º congresso brasileiro de química – RS, Gramado: 2017. Anais...Gramado: ABQ.

Solomos, T.W.G. (1996). *Química Orgânica*. Trad. W. Oh Lin. 6ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1, 76-85 e 127-131.

Takeshita, E. V. (2006). *Adulteração de Gasolina por Adição de Solventes: Análise dos Parâmetros Físico-Químicos*. (Dissertação de Mestrado). Centro tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

Teixeira, L. S. G., Guimarães, P. R. B., Pontos, L. A. M., & et al. (2001). “Studies on the effects of solvents on the physicochemical properties of automotive gasoline”. Society of petroleum engineers -SPE, (69587), 1-6.