



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO A DOCENTE
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ALISSIA SUELEN DA SILVA SOUSA

**ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA ORIENTADORA
DE AÇÕES REFLEXIVAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS**

Caruaru
2023

ALISSIA SUELEN DA SILVA SOUSA

**ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA ORIENTADORA
DE AÇÕES REFLEXIVAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientador: Prof. Dr. Jose Ayron Lira dos Anjos

Caruaru

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Sousa, Alissia Suelen da Silva.

ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA
ORIENTADORA DE AÇÕES REFLEXIVAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES
QUÍMICAS / Alissia Suelen da Silva Sousa. - Caruaru, 2023.

72 p. : il., tab.

Orientador(a): Jose Ayron Lira Dos Anjos

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. Ensino de química. 2. resolução de problema. 3. taxonomia de Bloom. 4.
perspectiva de Johnstone. 5. reações químicas. I. Anjos, Jose Ayron Lira Dos .
(Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

ALISSIA SUELEN DA SILVA SOUSA

**ABORDAGEM BASEADA EM PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA ORIENTADORA
DE AÇÕES REFLEXIVAS PARA O ENSINO DE REAÇÕES QUÍMICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Química - Licenciatura do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Química.

Aprovada em: 06/10/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jose Ayron Lira Dos Anjos (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ricardo Lima Guimarães (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Stterferson Emanuel Da Silva (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

O que eu gostaria de dizer sobre todas as pessoas aqui mencionadas é que este trabalho não existiria sem vocês, e sou grata a todos por cada contribuição, obrigada.

À minha família, Ana Paula da Silva, Josemar Pereira de Sousa, Aylla Vitoria da Silva Sousa e Arthur Henrique da Silva Sousa, pelo apoio incondicional e por tudo o que vocês representam para mim. À Thalícia Andressa Sousa Silva, por acreditar muito mais em mim do que eu mesma seria capaz, tive muita sorte ter você comigo, vou me lembrar sempre de você. À Joyce Santos Mendes, pelo colo, ombro e a escuta sensível. À Luis Enrique Lopes do Nascimento e José Jeferson Santos Macêdo, por me darem a mão e todas as conversas de fim de noite. À Carlos Emmanuel Pereira Alves e Jóbia Damone dos Santos Caxiado, pelas noites jogando quando mais precisava de distração. À Maria Eduarda Gomes Maciel, Rafaela Carlyne Matias da Silva e Edson Vasconcelos do Carmo da Costa, por dividir comigo as dores e alegrias da graduação.

E por fim,

Prof. Dr. Jose Ayrton Lira dos Anjos, por ter me acompanhado em toda minha jornada acadêmica e por toda sua paciência.

E aos inúmeros amigos que me apoiaram, acreditaram, e estiveram ao meu lado nesta jornada acadêmica, toda minha alegria.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo observar como uma abordagem de resolução de problemas incorporada na prática reflexiva ajudou estudantes do Ensino Médio a aprender sobre reações químicas e a desenvolver habilidades investigativas. O estudo envolveu 13 alunos do primeiro e segundo anos do Ensino Médio que participavam do itinerário formativo “Eu, Cientista” em uma escola pública do Agreste de Pernambuco por meio de uma atividade de aprendizagem baseada em resolução de problema (RP). A importância de empregar situações do mundo real como ferramenta de aprendizagem é enfatizada na RP. RP é uma metodologia centrada no aluno que transforma os alunos de consumidores passivos de conhecimento em solucionadores ativos de problemas. Além disso, o emprego de uma abordagem baseada em RP pode promover a aprendizagem centrada no aluno, na qual os alunos colaboram em pequenos grupos para resolver um único problema ou um conjunto de questões interligadas, sendo os alunos incentivados a realizar a sua própria investigação. Assim, a questão problema da pesquisa se justifica se os alunos do Ensino Médio têm problemas para vincular a teoria em sala de aula com a prática em seu cotidiano e como essa prática pode contribuir para uma aprendizagem ativa. Os alunos completaram uma atividade da RP usando uma abordagem investigativa para atingir os objetivos. Além disso, foram aplicados questionários antes e depois da atividade da RP, com dados analisados segundo o ponto de vista de Jonstone e a taxonomia de Bloom. Os resultados indicam que os alunos participantes do estudo conseguiram conectar a teoria à prática, e que tanto a RP por meio de investigação quanto a reflexão sobre as escolhas ajudaram na compreensão do conteúdo de Reações Químicas. Apontam também, para o desenvolvimento de habilidades descritas na taxonomia de Bloom e pertinentes ao esperado em uma aprendizagem ativa. Uma vez que foi observado não apenas o aprendizado conceitual, mas também a multiplicidade de linguagem química em se pensar o problema, buscar soluções e explicá-las utilizando os níveis de conhecimento macroscópico, submicroscópico e em menor extensão o simbólico.

Palavras-chave: Ensino de química; resolução de problema; taxonomia de Bloom; perspectiva de Johnstone; reações químicas.

ABSTRACT

This work aimed to observe how a problem-solving approach incorporated into reflective practice helped high school students learn about chemical reactions and develop investigative skills. The study involved 13 students from the first and second years of high school who participated in the “I, Scientist” training itinerary at a public school in Agreste de Pernambuco through a learning activity based on problem solving (RP). The importance of employing real-world situations as a learning tool is emphasized in PR. RP is a learner-centered methodology that transforms students from passive consumers of knowledge to active problem solvers. Furthermore, employing a PR-based approach can promote student-centered learning, in which students collaborate in small groups to solve a single problem or a set of interconnected questions, with students encouraged to conduct their own research. Thus, the research question is justified by whether high school students have problems linking theory in the classroom with practice in their daily lives and how this practice can contribute to active learning. Students completed a PR activity using an investigative approach to achieve objectives. Furthermore, questionnaires were administered before and after the PR activity, with data analyzed according to Jonstone's point of view and Bloom's taxonomy. The results indicate that the students participating in the study were able to connect theory to practice, and that both PR through investigation and reflection on choices helped in understanding the content of Chemical Reactions. They also point to the development of skills described in Bloom's taxonomy and relevant to what is expected in active learning. Since not only conceptual learning was observed, but also the multiplicity of chemical language in thinking about the problem, seeking solutions and explaining them using the macroscopic, submicroscopic and, to a lesser extent, symbolic levels of knowledge.

Keywords: Chemistry teaching; problem solving; Bloom's taxonomy; Johnstone's perspective; chemical reactions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo de Johnstone para os níveis de representação do conhecimento químico.....	26
Figura 2- Categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom.....	31
Gráfico 1- Classificação das respostas da 1ª pergunta.....	44
Figura 3 - Representação do aluno A2 em resposta à 2ª pergunta do questionário 2....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Estruturação da oficina de Reações Químicas.....	39
Quadro 2	Respostas satisfatórias da 1ª pergunta do Questionário 1.....	45
Quadro 3	Respostas parcialmente satisfatórias da 1ª pergunta do Questionário 1.....	46
Quadro 4	Respostas da 2ª pergunta do Questionário 1.....	47
Quadro 5	Respostas da 3ª, 4ª e 5ª perguntas do Questionário 1.....	49
Quadro 6	Respostas da 1ª pergunta do Questionário 2.....	57
Quadro 7	Respostas da 2ª pergunta do Questionário 2.....	59
Quadro 8	Perguntas da 3ª e 4ª perguntas do questionário 2.....	60
Quadro 9	Respostas da 3ª e 4ª perguntas do questionário 2.....	61

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVO.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1	ENSINO DE QUÍMICA E SUAS DIFICULDADES.....	14
3.2	EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E INVESTIGATIVA: POTENCIALIZANDO A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	15
3.3	MÉTODO DE APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	18
3.3.1	Diferentes e possíveis papéis da resolução de problema como estratégia didática.....	20
3.4	REAÇÕES QUÍMICAS.....	23
3.4.1	Classificação das Reações Químicas.....	24
3.5	NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO: UMA PERSPECTIVA DE JOHNSTONE.....	26
3.6	EXPLORANDO A TAXONOMIA DE BLOOM: UMA ESTRUTURA PARA ESTABELEECER OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM.....	29
4	METODOLOGIA.....	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO SOBRE A NATUREZA DA PESQUISA.....	34
4.1.1	Básica.....	34
4.2	QUANTO À ABORDAGEM.....	35

4.2.1	Pesquisa Qualitativa.....	35
4.3	QUANTO AOS OBJETIVOS.....	35
4.3.1	Pesquisa Exploratória.....	35
4.4	QUANTO AOS PROCEDIMENTOS.....	36
4.4.1	Estudo de Caso.....	36
4.5	DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO.....	37
4.6	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	37
4.6.1	Oficina Pedagógica.....	38
4.7	ANÁLISE DE DADOS.....	41
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1	QUESTIONÁRIO ANTES DA APLICAÇÃO DA RP.....	43
5.1.1	Perfil da Turma.....	43
5.1.2	Pré-Questionário.....	44
5.2	APLICAÇÃO DA ABORDAGEM BASEADA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMA – DIÁRIO DE BORDO.....	51
5.2.1	Desenvolvimento da Atividade.....	52
5.3	QUESTIONÁRIO A-PÓS A APLICAÇÃO DA RP.....	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICE A.....	67
	APÊNDICE B.....	68
	APÊNDICE C.....	69
	APÊNDICE D.....	71

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de Química no Ensino Médio é considerada como de difícil aprendizagem para muitos alunos, atribui-se a essa percepção o fato da matéria envolver diversos conceitos e modelos de natureza abstrata (Albano *et al.*, 2023). Uma alternativa para que os estudantes compreendam o conhecimento químico em sua totalidade, é abordar o conteúdo considerando a relação entre os conceitos, modelos, signos e linguagem específica com os fenômenos aos quais se presta a explicar (modelos e conceitos) ou ainda representar (signos e linguagem) de modo que possam materializar esse saber em contextos do cotidiano (Silva, 2019). Tal afirmação se pauta na perspectiva que: é em sua materialização no cotidiano que esses constructos teóricos e representacionais adquirem significado (Silva, 2019). Nesse contexto, a investigação problematizadora é uma abordagem interessante, pois permite que os alunos possam perceber, investigar, refletir, e compreender a aplicação dos conceitos químicos no mundo que os cerca (Ferreira, *et al.*, 2016).

A abordagem que coaduna essa característica de fazer os alunos refletirem, e construírem sentido para conceitos de química a partir de sua mobilização é a aprendizagem baseada em resolução de problema (RP) (Ferreira, *et al.*, 2016). A RP é uma abordagem que tem sido amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, pois permite aos alunos desenvolverem habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões (Ferreira, *et al.*, 2016).

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo investigar as contribuições à aprendizagem e ao desenvolvimento da mobilização do conteúdo de reações químicas a partir da RP inseridas em práticas investigativas no Ensino Médio. Para tal remete-se a ação de propor e avaliar uma abordagem investigativa problematizada, alinhada a perspectiva de uma abordagem da RP, que promova a mobilização de conceitos, modelos e representações pertinentes ao conteúdo de reação química a partir de sua relação com o cotidiano dos alunos.

A escolha do tema desta pesquisa surgiu de uma inquietação e dificuldade observada no período do estágio obrigatório do Curso de Química em turmas do Ensino Médio enfrentada pelos alunos nas disciplinas de Química. Muitas vezes, observei os alunos realizando atividades de pesquisas ou mesmo experimentos sem compreender o propósito de cada etapa e apresentando dificuldades para explicar os

conteúdos relacionando com o seu cotidiano. Por essa razão, decidi investigar qual é a causa e como podemos mudá-la.

Portanto, esta pesquisa é justificada pela falta de conexão entre teoria (reflexão) e prática (ação), que existe na maioria das aulas de química, com ênfase nos alunos do Ensino Médio. A possibilidade de experimentar, levantar hipóteses, testar e observar é referida como ação investigativa, enquanto a reflexão é a interpretação de dados, mobilização de teorias e modelos explicativos para compreender eventos e prever ações em novas situações. Essa interação teórico-prática é necessária, pois o objetivo é compreender fenômenos (nível macroscópico) a partir de modelos e teorias (nível submicroscópico) e isso acontece por meio do uso de recursos representacionais, como linguagem e símbolos.

Assim, a investigação proposta neste trabalho pretende contribuir para o avanço do conhecimento sobre o ensino de Química, especialmente no que se refere à utilização de ações investigativas na perspectiva de uma metodologia ativa. Além disso, espera-se que os resultados desta pesquisa possam auxiliar na elaboração de propostas de ensino mais eficazes e que possam contribuir para a formação de alunos mais críticos, reflexivos e capazes de aplicar os conceitos químicos em situações cotidianas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a contribuição de uma abordagem de resolução de problema inserida em prática reflexiva à aprendizagem do conteúdo de reações químicas e ao desenvolvimento de habilidades investigativas em alunos do Ensino Médio.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar as habilidades e comportamentos desenvolvidos pelos alunos durante a realização de uma atividade investigativa planejada em diálogo com o método de resolução de problema.

Analisar a compreensão dos alunos sobre a relação entre os diferentes níveis do conhecimento químico, a saber: o macroscópico, o submicroscópico e o representacional a partir de um problema emergente tanto em ações investigativas quanto de contextos do cotidiano.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ENSINO DE QUÍMICA E SUAS DIFICULDADES

A formação de pessoas críticas, conscientes e capazes de compreender os processos químicos que ocorrem ao seu redor, bem como suas implicações no ambiente e na sociedade depende muito da forma como a química tem sido ensinada (Lima; Leite, 2012). No entanto, há uma série de desafios que professores e alunos no Brasil devem superar ao ensinar química. Destes, discute-se a ênfase à abstração de conceitos e a escassez de aplicações no mundo real (Albano *et al.*, 2023).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), estabelece os fundamentos e regras da educação nacional, regulamenta o ensino de química no Brasil. Segundo, as recomendações da LDB, o ensino de química é uma disciplina obrigatória no Ensino Médio tendo como objetivo promover o desenvolvimento de habilidades e competências ligadas à compreensão dos fenômenos químicos e ao uso das ideias químicas na vida cotidiana (Brasil, 2017).

Embora o ensino de química seja importante, muitos alunos demonstram apatia e desinteresse. Uma das principais causas atribuídas a esse cenário é a complexidade de alguns conteúdos tidos como abstratos. Isso se deve ao fato de que o campo da química costuma conter princípios teóricos e constructos abstratos que nada têm a ver com o cotidiano dos alunos. Além disso, o vocabulário técnico e intrincado usado na química pode dificultar a compreensão das ideias pelos alunos (Albergaria, 2015).

A falta de estímulo a aplicar as ideias químicas em situações do mundo real é outro desafio que os alunos encontram. Muitos alunos acham difícil compreender como os princípios químicos podem ser usados em situações cotidianas. Isso pode acontecer porque muitos instrutores acham difícil conectar a compreensão dos alunos sobre os fundamentos químicos às aplicações do mundo real. Então é fundamental tomar medidas para melhorar a preparação dos professores, oferecer material didático suficiente e implementar estratégias de ensino mais condizentes com a realidade dos alunos para solucionar esses desafios (Albano *et al.*, 2023).

Adicionalmente aos obstáculos apontados à aprendizagem dos alunos, os professores também têm suas próprias dificuldades ao tentar ensinar química. A ausência de preparação suficiente dos professores é um dos principais problemas sobretudo quando desconsideram a natureza do conhecimento químico que se propõe a ensinar. A qualidade do ensino e a compreensão dos assuntos pelos alunos podem ser impactadas pelo fato de muitos professores de química não terem formação especializada no assunto (Albergaria, 2015).

A ausência de recursos instrucionais suficientes é outra dificuldade para os educadores. Muitas escolas carecem de ferramentas e recursos necessários para ensinar química, o que pode dificultar a compreensão do conteúdo pelos alunos e restringir sua aplicabilidade prática (Lima; Leite, 2012).

Adotar medidas para melhorar a preparação dos professores e a qualidade do ensino é importante para superar os desafios associados ao ensino de química. Investir na formação continuada de professores e na oferta de cursos de atualização e especialização em Química é uma das saídas (Albano *et al.*, 2023). Além disso, é fundamental fornecer aos alunos materiais de instrução pertinentes e atualizados, bem como equipamentos de laboratório adequados para o ensino de química (Lima; Leite, 2012)

Uma abordagem diferente é empregar estratégias de ensino mais adequadas à realidade dos alunos, inclusive usando exemplos do mundo real que sejam aplicáveis e práticos. Para os alunos, isso pode tornar as ideias químicas mais tangíveis e claras (Lima; Leite, 2012). Dessa forma, os alunos brasileiros receberão uma educação química relevante e de alta qualidade.

3.2 EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA E INVESTIGATIVA: POTENCIALIZANDO A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA

Um dos principais métodos de ensino de química é através da experimentação. Dá aos alunos a chance de colocar ideias teóricas em prática, o que torna o aprendizado mais significativo e eficiente. No entanto, a experimentação é frequentemente conduzida de forma não problemática e mecânica, o que pode limitar

a sua utilidade no processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, a problematização e o caráter investigativo entram em cena como tática para ampliar as contribuições da experimentação no ensino de química (Francisco JR *et al.*, 2008).

Uma abordagem chamada de experimentação problematizadora e investigativa visa tratar a experimentação no processo de ensino-aprendizagem de forma mais crítica e reflexiva. Baseia-se na noção de que a experimentação não deve ser vista como uma atividade autônoma, mas sim como um procedimento que envolve indagações, hipóteses, observações, análises e interpretações (Francisco JR *et al.*, 2008). Desta forma, a experimentação problematizadora e investigativa visa combinar a experimentação com outras tarefas, como as discussões de grupo, de forma a ajudar o aluno a construir um corpo de conhecimento mais coerente e reflexivo.

Os conceitos da pedagogia crítica, que visa criar uma educação mais emancipatória e transformadora, fornecem as bases para a experimentação problematizadora e investigativa. O objetivo fundamental desta técnica é ajudar os alunos a crescer em sua capacidade de pensar criticamente e reflexivamente, o que lhes permitirá compreender a ciência e a tecnologia de forma mais ampla e crítica (Freire, 2005).

A experimentação problematizadora e investigativa é distinta da experimentação tradicional a esse respeito, uma vez que esta última é frequentemente vista como uma atividade solitária e mecânica. Ao fazer um experimento típico, o aluno adere a uma metodologia definida sem questionar ou considerar os resultados. O educando é estimulado a questionar e refletir sobre o que está sendo feito por meio da problematização e experimentação investigativa, capacitando-o a construir um corpo de conhecimento mais consistente e reflexivo (Delizoicov *et al.*, 2007).

O objetivo da pedagogia crítica é estimular a problematização e a experimentação investigativa e assim criar uma situação didática mais emancipatória e transformadora. A pedagogia crítica, segundo Freire (2005), visa criar um tipo de educação que possibilite a mudança da realidade social, política e econômica. Para isso, é fundamental que o aluno esteja motivado a pensar criticamente e se comportar de forma reflexiva.

Segundo esse ponto de vista, a problematização e a experimentação investigativa são dois métodos para potencializar a significação da experimentação nas aulas de química. Delizoicov *et al.* (2007) afirmam que, a problematização e a experimentação investigativa levam os alunos a questionar, formular hipóteses, observar e avaliar suas descobertas, eles são capazes de construir um conhecimento mais significativo e reflexivo.

Além disso, a problematização e seu caráter exploratório na busca de soluções aos desafios apresentados pode agregar uma situação favorecedora à aprendizagem significativa. De acordo com Silva (2019), a aprendizagem é significativa quando novas informações são conectadas ao conhecimento prévio, pertinente, de modo significativo, ou seja, de forma não literal e não arbitrária. Nesse sentido, a problematização, como diretriz a experimentação investigativa, pode estimular os alunos a “garimpar” novas informações com fins a resolução dos problemas. E significar esses, no contexto trazido pelo problema, permitindo que eles conectem saberes teóricos com os fazeres práticos de maneira significativa (Silva, 2019).

Delizoicov *et al.* (2007) afirmam que, ao estimular os alunos a questionar, formular hipóteses, prestar atenção em suas descobertas, a problematização e a experimentação investigativa ajudam o aluno a desenvolver um conhecimento mais significativo e reflexivo.

Uma abordagem para aumentar a importância da experimentação no ensino de Química é problematizar e conduzir experimentos investigativos (Silva, 2019). Por meio de questionamento, especulação, observação e análise dos resultados, esse processo permite que o aluno construa uma base de conhecimento mais consistente e reflexiva. Além disso, adotar a prerrogativa da pedagogia crítica, favorecerá uma educação mais emancipatória e transformadora, conduzindo uma experimentação problematizadora e investigativa (Fary *et al.*, 2021).

O uso da experimentação problematizadora e investigativa, deve-se enfatizar, requer uma mudança na perspectiva do professor sobre o ensino de química (Delizoicov *et al.*, 2007). O processo de experimentação deve ser alterado pelo instrutor, a fim de estimular os alunos a fazerem perguntas e pensarem criticamente sobre o que está sendo feito. O instrutor também deve estar preparado para lidar com

quaisquer incertezas ou imprevisibilidades que possam ocorrer durante a problematização ou condução de experimentos exploratórios (Silva, 2019).

3.3 MÉTODO DE APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Uma abordagem de ensino chamada aprendizagem baseada em resolução de problemas (RP) coloca uma forte ênfase no valor de usar problemas do mundo real para resolver como uma ferramenta de aprendizagem. RP é uma metodologia centrada no aluno que transforma os alunos em solucionadores de problemas ativos, em oposição a consumidores passivos de informações (Batinga, *et al.*, 2014).

Desta maneira, a RP como uma estratégia de ensino ajuda a avaliar o quão bem ela encoraja a aprendizagem do aluno. Essa estratégia foi inicialmente criada na década de 1960 na América do Norte, no Estados Unidos e Canadá para uso na educação médica (Leite, *et al.*, 2001). A RP ganhou ampla aceitação em vários setores, incluindo engenharia, negócios e principalmente na educação (Lopes *et al.*, 2019).

A RP envolve alunos trabalhando em pequenos grupos para resolver um único problema ou um conjunto de questões relacionadas. A RP necessita de uma atmosfera na qual os alunos sejam encorajados e pressionados a investigar informações por conta própria (Silva, 2019). Os desafios propostos aos alunos são contextualizados e relevantes para eles, o que aumenta sua motivação e envolvimento no processo de aprendizagem (Da Silva Costa *et al.*, 2021). Além disso, os alunos são incentivados a usar várias fontes de conhecimento, cooperar uns com os outros e usar habilidades criativas e críticas de resolução de problemas (Lopes *et al.*, 2019). Embora os desafios sejam frequentemente complicados, os alunos devem usar uma variedade de informações e habilidades para chegar a uma solução (De Azevedo Ribeiro *et al.*, 2021).

A RP, consiste em vários processos concebidos para proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizagem relevante e desafiadora. A primeira etapa na concepção de um problema para a RP, de acordo com Lopes, Silva Filho e Alves (2019), é selecionar uma questão ou dificuldade relevante e contextualizada do mundo real. Isso pode ser feito por meio da reflexão sobre eventos atuais, questões sociais

ou configurações profissionais relevantes para o assunto que está sendo ensinado. O desafio deve estar relacionado com os objetivos de aprendizagem e deve permitir que os alunos usem seus conhecimentos e habilidades de forma prática e relevante.

Uma vez descoberto o problema, o próximo passo é descrever explicitamente a declaração do problema. A declaração do problema deve ser breve e direcionada, e deve apresentar um desafio ou questionamento que exija pensamento crítico e habilidades de resolução de problemas. Deve também apresentar informação suficiente para envolver os alunos e despertar o seu interesse, ao mesmo tempo que permite métodos e soluções alternativas (Lopes *et al.*, 2019).

Após a definição da declaração do problema, é fundamental criar materiais de apoio e ferramentas para os alunos examinarem e entenderem o problema. Artigos, estudos de caso, conjuntos de dados, vídeos e qualquer outra informação relevante que possa ajudar os alunos a obter uma compreensão mais profunda do problema e seus princípios subjacentes podem ser incluídos nesses recursos (Lopes *et al.*, 2019).

É fundamental dar instruções ou sugestões que conduzam os alunos através do processo de resolução de problemas, além de recursos de apoio. Essas recomendações podem conter perguntas para ajudar os alunos a desconstruir o problema, identificar variáveis ou elementos essenciais e desenvolver hipóteses ou possíveis soluções. Os problemas devem criar um ambiente de aprendizado centrado no aluno, incentivando o pensamento crítico, a colaboração e a investigação independente (Lopes *et al.*, 2019).

O papel do professor é crítico em todo o processo da RP. De acordo com De Azevedo Ribeiro, Passos e Salgado (2021), o instrutor atua como um facilitador, orientando e apoiando os alunos enquanto trabalham com a dificuldade. O instrutor deve encorajar os alunos a pensar sobre suas habilidades de resolução de problemas, reconhecer mal-entendidos e tentar novas maneiras. Essa reflexão estimula habilidades metacognitivas e auxilia os alunos a desenvolver uma compreensão mais aprofundada do assunto.

Finalmente, é fundamental avaliar a aprendizagem do aluno e oferecer feedback sobre as habilidades e resultados de resolução de problemas. A avaliação

RP deve incorporar uma mistura de modalidades formativas e somativas, além de exames e testes padrão. Podem ser incluídas apresentações, relatórios escritos, discussões em grupo e até mesmo a construção de soluções reais ou protótipos. O feedback deve ser imediato, construtivo e focado tanto no processo quanto nos resultados finais, promovendo assim o crescimento e o progresso do aluno (De Azevedo Ribeiro *et al.*, 2021).

A RP tem muitos benefícios, mas também tem desvantagens significativas para alunos e instrutores. A exigência de uma grande quantidade de tempo e recursos para criar e implementar problemas eficientes é uma das principais dificuldades da RP. Outra dificuldade é que os alunos precisam aprender a trabalhar bem em equipe, o que pode ser difícil para alguns alunos (Silva, 2019).

A RP pode não ser apropriada para todos os alunos ou para todas as disciplinas também. A natureza aberta das questões RP pode ser difícil para os alunos que estão acostumados com a aprendizagem tradicional baseada em exposições orais (Silva, 2019). No entanto, alguns assuntos, particularmente aqueles que precisam de uma quantidade substancial de conhecimento prévio, podem não ser adequados para o método RP (Da Silva Costa *et al.*, 2021).

Em suma, a RP é uma técnica pedagógica que posiciona os alunos como participantes ativos no processo de aprendizagem. Esse estilo promove o pensamento crítico, o trabalho em equipe e a aplicação prática do conhecimento, resultando em uma experiência de aprendizado mais significativa. No entanto, é fundamental examinar os requisitos e qualidades das crianças, bem como os problemas associados à aplicação dessa estratégia (Da Silva Costa *et al.*, 2021).

3.3.1 DIFERENTES E POSSÍVEIS PAPEIS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMA COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA

A resolução de problemas (RP) tem recebido atenção considerável como método pedagógico em vários domínios do conhecimento, incluindo no ensino de química. Diversas pesquisas têm examinado as variadas e potenciais funções da RP na prática educacional, levando em consideração suas diversas aplicações e objetivos (Silva, 2019).

Dependendo do ambiente educacional, a RP pode desempenhar uma variedade de funções. Um dos usos mais populares é como um método central no ensino científico do ponto de vista investigativo (Silva, 2019). Os alunos são incentivados a resolver dificuldades do mundo real, investigar princípios científicos e buscar respostas para problemas do mundo real neste método. Isso estimula a participação, a curiosidade e o pensamento crítico dos alunos, além de estimular um maior conhecimento do assunto científico.

A RP pode também ser utilizada como técnica didática interdisciplinar em diversos cursos e domínios de conhecimento (Leite & Afonso, 2001). Os educadores podem potencializar a aprendizagem interdisciplinar, oferecendo desafios genuínos e significativos, incentivando os alunos a utilizar habilidades e conhecimentos de diversas profissões para solucionar as dificuldades apresentadas. Esse método amplia a compreensão dos alunos sobre as relações entre as diversas áreas do conhecimento, tornando o aprendizado mais contextualizado e integrado. Por exemplo, em uma aula de biologia, os alunos podem se deparar com um dilema de conservação ambiental. Para criar soluções que abordem o impacto ecológico dos poluentes examinando as características químicas dos poluentes, eles precisariam incorporar princípios da biologia, química e ecologia. Os alunos obtêm uma visão abrangente do assunto e se envolvem no pensamento interdisciplinar, integrando informações de vários campos (Leite & Afonso, 2001).

Outra, potencialidade da RP é desempenhar um papel significativo no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico como técnica pedagógica. Quando confrontados com desafios difíceis, os alunos são encorajados a examinar, avaliar e tirar conclusões fundamentadas. Isso estimula o desenvolvimento de talentos cognitivos de ordem superior, como a capacidade de resolver questões complicadas, buscar informações relevantes, formular argumentos e defender seus resultados (Ferreira, Henriques-Coelho, 2016).

Em uma aula de matemática, por exemplo, os alunos podem enfrentar uma questão complicada de geometria que exige que eles examinem o material fornecido, avaliem vários conceitos geométricos e façam inferências lógicas para chegar a uma solução. Os alunos melhoram sua capacidade de pensar criticamente, decompõem

problemas difíceis em partes gerenciáveis e usam o raciocínio lógico para chegar a uma conclusão como resultado desse processo.

Além disso, a RP tenta facilitar o compartilhamento de conhecimento (Batinga, Teixeira, 2014). Os alunos são incentivados a utilizar a informação adquirida em novos cenários através da participação em diferentes desafios, promovendo a transferência da aprendizagem para outros contextos. Isso melhora sua compreensão conceitual, capacidade de generalização e flexibilidade cognitiva.

O método de resolução de problemas pode promover a aprendizagem significativa, possibilita a imersão em aspectos contextuais do fenômeno o que potencializa o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais. Adicionalmente na RP o aluno é estimulado a uma maior reflexão acerca das propriedades e composição das substâncias antes e após a reação bem como a considerar conceitos, modelos e teorias relacionados ao conteúdo e a articular esses saberes e socializá-los usando uma linguagem específica (Batinga, Teixeira, 2014).

Os educadores podem oferecer oportunidades para os alunos aplicarem seus conhecimentos em circunstâncias do mundo real, adotando a RP como método. Em uma aula de física, por exemplo, os alunos podem ser encarregados de criar uma pequena máquina para resolver um problema prático, como aumentar a eficiência energética de um eletrodoméstico. Os alunos usam essa abordagem prática para resolução de problemas, princípios científicos e conceitos de engenharia para criar uma solução viável (Batinga, Teixeira, 2014).

Em conclusão, a RP como uma estratégia didática fornece aos alunos experiências úteis que se estendem além dos limites disciplinares típicos. Ela permite que os indivíduos apliquem informações de outras áreas, possibilitando um aprendizado interdisciplinar e uma visão mais abrangente do mundo. A RP, promove habilidades de pensamento crítico, exigindo que os alunos entendam situações complicadas, façam julgamentos fundamentados e defendam suas respostas. Os educadores podem aproveitar com sucesso o potencial da RP para enriquecer as experiências de aprendizagem dos alunos, fornecendo exemplos práticos do mundo real e promovendo a interação ativa do aluno (Da Silva Costa *et al.*, 2021).

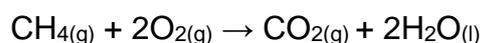
3.4 REAÇÕES QUÍMICAS

Compreender as mudanças na matéria e suas aplicações no dia a dia e no meio ambiente requer uma compreensão dos processos químicos. As reações químicas, são processos nos quais compostos conhecidos como reagentes são transformados em novas substâncias conhecidas como produtos. A quebra e criação de ligações químicas resulta na alteração das características e composições das substâncias envolvidas neste processo (Atkins; Jones, 2012).

REAGENTES → PRODUTOS

A conservação da massa, conforme estabelecido pela Lei de Lavoisier, é um fator importante no estudo dos processos químicos. Este princípio afirma que toda a massa dos reagentes é igual à massa total dos produtos, o que implica que não há perda ou ganho de massa ao longo da reação. Essa conservação de massa pode ser mostrada usando um exemplo simples, como a interação de hidrogênio e oxigênio para produzir água. A massa total dos dois reagentes, hidrogênio (H₂) e oxigênio (O₂), é igual à massa da água gerada (H₂O).

A representação simbólica das reações químicas ocorre através do uso de equações químicas. Essas equações indicam quais reagentes participam da reação, seus estados físicos (sólido, líquido, gasoso ou aquoso) e os produtos formados. Essas informações nos permitem imaginar condições da própria reação que podem ser observáveis e descritas. Assim, quando informamos um produto gasoso podemos imaginar a formação de um gás que aparecerá na reação na forma de bolhas, o mesmo na formação de um sólido que poderá ser visualizado como um precipitado. Por exemplo, a combustão de metano (CH₄) com oxigênio (O₂), lado esquerdo, produz dióxido de carbono (CO₂) e água (H₂O), lado direito, pode ser representado pela seguinte equação química:



A equação química, uma vez balanceada, também expressa a proporção em mols das quantidades das substâncias envolvidas na reação. Assim no exemplo

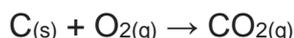
acima diz-se que cada 1 mol de metano gasoso reage com 2 mols de gás oxigênio, produzindo 1 mol de gás carbônico e 2 mols de água, nesse caso líquida.

Toda a abrangência da representação formulada a partir das leis ponderais, propostas a partir da sistematização de estudos empíricos com as massas das substâncias envolvidas em uma reação química. Tal qual a Lei de conservação da massa de Lavoisier, Lei das Proporções Múltiplas de Proust, dentre outras.

3.4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS REAÇÕES QUÍMICAS

As reações químicas podem ser classificadas de várias maneiras com base em vários critérios. As classificações das reações químicas podem ser definidas por alguns tipos comuns como: síntese, decomposição, troca simples, dupla troca e combustão (Atkins; Jones, 2012). Cada tipo de reação possui características únicas em relação às substâncias envolvidas e aos produtos produzidos.

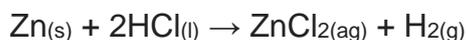
- Reação de Combinação ou Síntese: Dois ou mais componentes se combinam para gerar um único produto neste tipo de reação. O carbono (C) interage com o oxigênio (O₂) para gerar CO₂ no processo de síntese do dióxido de carbono (CO₂):



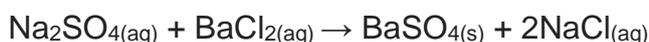
- Reação de Decomposição: Um produto químico é dividido em dois ou mais compostos mais simples neste tipo de reação. Como exemplo, considere a quebra do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em água (H₂O) e oxigênio (O₂):



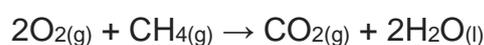
- Reação de Troca Simples ou Deslocamento: Nesse tipo de reação, um elemento em um composto é substituído por outro. Por exemplo, a interação de zinco (Zn) com ácido clorídrico (HCl) produz cloreto de zinco (ZnCl₂) e hidrogênio (H₂):



- Reação de Dupla Troca: Os íons são transferidos entre dois produtos químicos neste tipo de reação. Como exemplo, considere a interação entre sulfato de sódio (Na_2SO_4) e cloreto de bário (BaCl_2), que produz sulfato de bário (BaSO_4) e cloreto de sódio (NaCl):

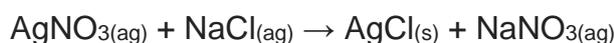


- Reação de Combustão: Um material interage com o oxigênio para produzir calor e luz neste tipo de reação. A queima de metano (CH_4) na presença de oxigênio (O_2) resulta na formação de dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O):

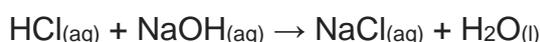


Além das classificações citadas acima, há outros tipos de classificações de reações químicas abordados por Atkins e Jones (2012). Como a precipitação, neutralização de ácido e base, e as reações de oxidação – redução (redox).

A precipitação ocorrer quando dois reagentes em solução aquosa reagem, eles geram um sólido insolúvel chamado precipitado. Isso ocorre quando os íons nas soluções se combinam para produzir um composto insolúvel em água. Um exemplo típico é a interação entre o cloreto de sódio (NaCl) e o nitrato de prata (AgNO_3), que resulta na precipitação do cloreto de prata (AgCl):

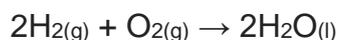


Uma reação de neutralização ácido-base ocorre quando um ácido se combina com uma base para produzir um sal e água. A transferência de íons H^+ do ácido para íons OH^- da base resulta na produção de água nessa reação. A neutralização do ácido clorídrico (HCl) com hidróxido de sódio (NaOH) gera cloreto de sódio (NaCl) e água (H_2O) como exemplo:



A transferência de elétrons entre espécies químicas ocorre em processos de oxidação-redução (redox). Uma espécie é oxidada (perde elétrons) enquanto outra espécie é reduzida (ganha elétrons) nesse tipo de reação. A reação de combustão,

como a queima de hidrogênio (H₂) na presença de oxigênio (O₂) para gerar água (H₂O), é um exemplo famoso:



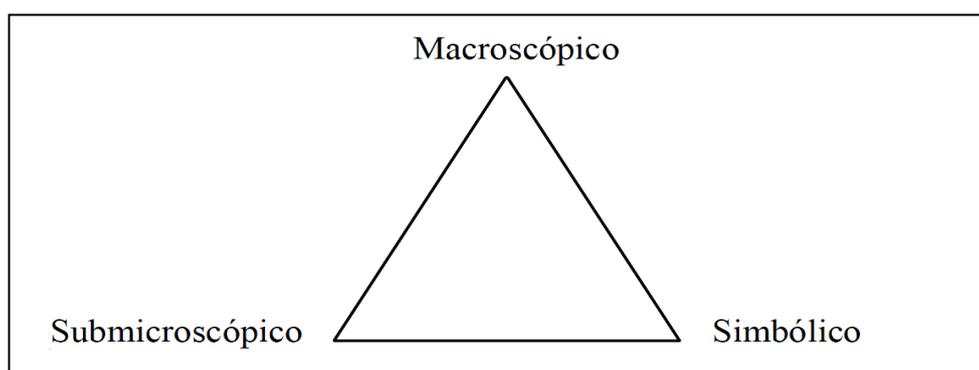
Essas classes de reações químicas – precipitação, neutralização ácido-base e redox – são críticas para a compreensão das diversas transformações que ocorrem no mundo químico, bem como para aplicações práticas e desenvolvimento científico.

3.5 NÍVEIS DE CONHECIMENTO QUÍMICO: UMA PERSPECTIVA DE JOHNSTONE

Admite-se vários desafios pelos alunos na aprendizagem da noção de reações químicas. Muitas vezes, esses desafios decorrem da falta de consciência dos aspectos macroscópicos, submicroscópicos e simbólicos dos eventos químicos, todos essenciais para a compreensão conceitual do assunto.

Segundo Johnstone (1982) a química é uma disciplina complexa e multidimensional, que necessita de um grau de compreensão, nos níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico (figura 1).

Figura 1 - Modelo de Johnstone para os níveis de representação do conhecimento químico



Fonte: Adaptado de Johnstone (2009, p. 24).

No nível macroscópico ocorre as características observacionais de propriedades químicas de substâncias e de processos. Essas incluem modificações visíveis, como mudanças de cor, produção de precipitado e liberação de gás. Os alunos neste nível podem descrever e compreender observações macroscópicas de processos químicos.

Por exemplo, a nível macroscópico, os estudantes têm uma compreensão das observações e medições feitas no laboratório, mas não necessariamente compreendem os processos subjacentes em termos de partículas ou entidades químicas. Um exemplo prático seria um estudante sendo capaz de equacionar a reação química do ácido clorídrico com hidróxido de sódio, mas sem entender que o ácido clorídrico e o hidróxido de sódio reagem para formar cloreto de sódio e água.

Quando a atenção se volta, para a explicação do comportamento químico das propriedades e fenômenos, recorre-se a modelos explicativos e teorias. Essas recorrem a constructos propostos por cientistas tal qual partículas, moléculas ou átomos envolvidos nos processos químicos, e que ajudam a compreendê-los a nível submicroscópico. Os alunos devem entender as interações de partículas, como ligações químicas e rearranjos atômicos que ocorrem durante as reações. Este nível envolve uma compreensão mais profunda dos eventos químicos que não podem ser vistos diretamente.

Nesse nível, há uma conexão entre os símbolos químicos e suas representações conceituais, mas essa conexão ainda é limitada. Os estudantes começam a desenvolver uma compreensão de que os símbolos representam elementos químicos específicos e que as equações químicas representam reações entre esses elementos.

No entanto, eles podem não ter uma compreensão completa das transformações químicas subjacentes. Um exemplo prático seria um estudante entendendo que a equação química do processo de combustão da gasolina envolve moléculas de hidrocarbonetos e oxigênio, mas sem entender os detalhes das ligações químicas quebradas e formadas durante a reação.

E por fim, o nível simbólico que remete as representações químicas, como fórmulas, equações químicas e símbolos. É a linguagem específica da química que permite a comunicação e representação de conceitos e interações químicas. Para definir e expressar processos químicos, os alunos devem compreender e interpretar essas representações simbólicas.

Neste nível, os estudantes têm uma compreensão conceitual mais completa dos símbolos químicos e das equações químicas. Eles são capazes de interpretar equações químicas e reconhecer as transformações químicas envolvidas. Os estudantes também podem começar a fazer previsões qualitativas sobre o comportamento de substâncias químicas com base em suas fórmulas estruturais e nas reações químicas envolvidas. Um exemplo prático seria um estudante prevendo a formação de um precipitado durante a mistura de soluções de nitrato de chumbo e iodeto de potássio com base na equação química balanceada.

Esses símbolos fornecem uma forma de comunicação compacta e conveniente para expressar ideias químicas complexas. O nível simbólico está intrinsecamente ligado aos níveis macroscópico e submicroscópico, pois os símbolos químicos são usados para representar as propriedades e transformações químicas observadas experimentalmente (nível macroscópico) e as entidades e interações químicas em uma escala submicroscópica (nível submicroscópico).

Na perspectiva de Johnstone (1982), é fundamental abordar a química em seus vários níveis de conhecimento, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão abrangente do tópico. Os alunos podem construir uma compreensão mais completa e aprofundada dos processos químicos, integrando os componentes macroscópicos, submicroscópicos e simbólicos da química. Isso leva a um aprendizado mais significativo e a uma melhor compreensão dos princípios químicos.

Os alunos podem não conseguir conectar os fenômenos químicos em termos de propriedades e mudanças visíveis das substâncias a essas descobertas submicroscópicas envolvendo interações e rearranjos de átomos durante processos químicos. Além disso, de acordo com Johnstone a dimensão simbólica é crítica para representar processos químicos usando equações e símbolos. Essa representação simbólica é uma linguagem específica da química que pode ser difícil para os alunos aprenderem, pois exige conhecer os significados dos símbolos, bem como a capacidade de interpretar e equilibrar corretamente as equações químicas.

Explorar metodologias de ensino que integram esses três componentes, promovendo uma perspectiva holística, é necessário para uma compreensão conceitual mais profunda dos processos químicos. Segundo Wu, Krajcik e Soloway

(2001) a uma necessidade de empregar ferramentas de visualização no ensino de representações químicas, auxiliando os alunos a conectar as dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica.

Posteriormente outros pesquisadores propuseram terminologias e abrangência diferente a esses níveis de conhecimento químico, como por exemplo Rappoport e Ashkenazi, Kermena e Méheut (Wartha *et al.*, 2011). Os estudos de sendo hoje mais comumente denominados níveis fenomenológico, submicroscópico (ou teórico) e representacional.

Além disso, Rotsen, Silva e Diniz (2018) enfatizam a necessidade de proporcionar aos alunos experiências práticas por meio da observação do cotidiano por uma abordagem pedagógica para auxiliar os alunos a superarem essas dificuldades, um exemplo é o método de aprendizagem baseada na resolução de problemas (RP).

A metodologia da RP é uma estratégia educacional que pode ajudar os alunos a obter uma melhor compreensão dos níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico. Os alunos são solicitados a aplicar seus conhecimentos em ambientes da vida real, estudar ocorrências químicas e fazer conexões entre diferentes níveis de aprendizado por meio da RP, podendo testemunhar mudanças químicas, avaliar dados, identificar reagentes e produtos e aprender a conservação de massa na prática fazendo experimentos, construindo uma compreensão mais profunda dos processos químicos e aprimorando sua capacidade de lidar com questões químicas de forma holística.

3.6 EXPLORANDO A TAXONOMIA DE BLOOM: UMA ESTRUTURA PARA ESTABELEECER OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

A Taxonomia de Bloom, criada por Benjamin Bloom e sua equipe de pesquisadores, é uma estrutura educacional amplamente utilizada para categorizar os objetivos de aprendizagem em níveis cognitivos distintos (Galhardi; Macorin, 2013).

Essa taxonomia é dividida em seis categorias: Lembrar, Compreender, Criar, Aplicar, Analisar e Avaliar (Bloom *et al.*, 1956). Bloom (1956) propôs que a aprendizagem ocorre em vários graus de complexidade cognitiva, começando com a

“lembrança” básica de informações e continuando até a capacidade de “criar” e sintetizar novas ideias.

A aprendizagem acontece em vários graus de complexidade cognitiva, de acordo com Bloom (1956). Os alunos podem “lembrar” informações e fatos aprendidos anteriormente no nível mais básico. À medida que sobem na hierarquia, eles ganham a capacidade de “entender” conceitos e princípios, bem como interpretar e explicar o conhecimento em seus próprios termos. Os alunos podem “criar” novas ideias ou soluções sintetizando o conhecimento de maneira criativa.

A Taxonomia de Bloom atualizada incluiu várias mudanças em relação à versão anterior. A categoria “Síntese” foi renomeada como “Criar” e promovida ao topo da hierarquia, reconhecendo a importância da capacidade de desenvolver algo novo como objetivo de aprendizagem de nível superior. Além disso, “Conhecimento” e “Compreensão” foram renomeados como “Lembrar” e “Entender”, respectivamente. Os títulos originais das categorias “Aplicação”, “Análise” e “Avaliação” foram substituídos por “Aplicar”, “Analisar” e “Avaliar” (Galhardi; Macorin, 2013).

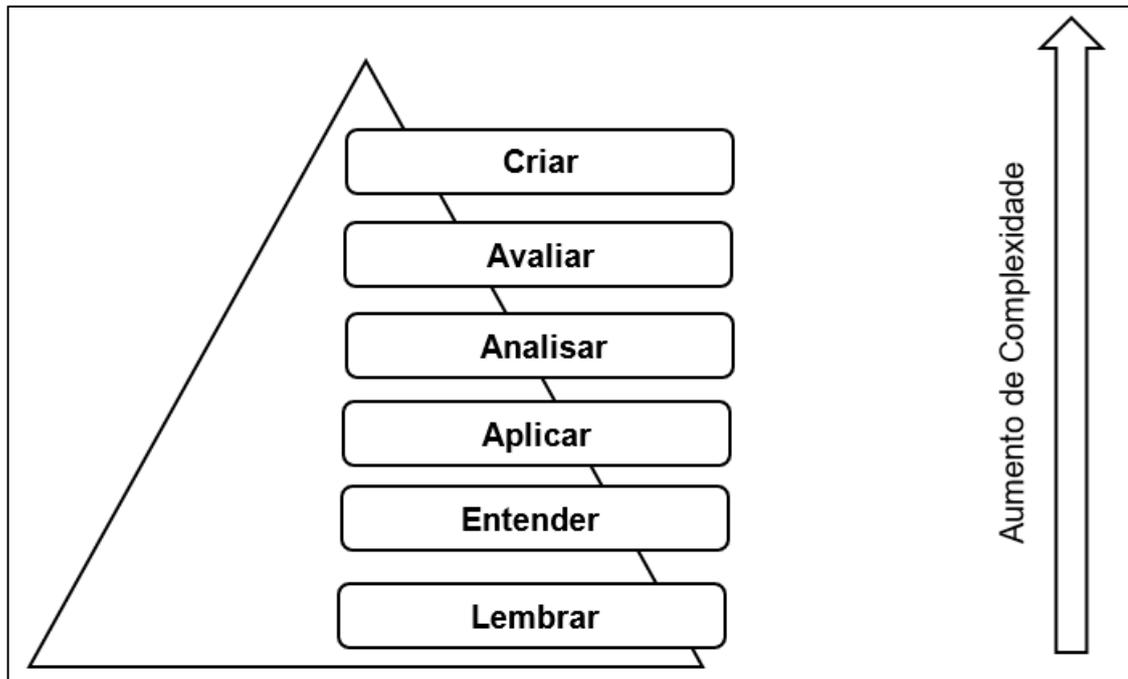
A Taxonomia de Bloom é dividida em categorias que indicam diferentes tipos de pensamento ou habilidades cognitivas. A categoria “Lembrar” inclui a recordação de conhecimentos e fatos fundamentais, como ideias-chave e datas. A categoria “Entender” requer uma compreensão mais aprofundada das ideias, incluindo a interpretação das informações e a identificação de vínculos entre elas. A categoria “Criar”, por outro lado, simboliza o nível mais alto da hierarquia, onde os alunos são levados a produzir novas ideias e soluções inovadoras (Bloom *et al.*, 1956).

As categorias “Aplicar”, “Analisar” e “Avaliar” também são importantes na aprendizagem. “Aplicar” exige que os alunos apliquem o que aprenderam em ambientes do mundo real. Decompor a informação em elementos ou componentes e compreender as ligações entre eles se enquadra no título de “Analisar”. Por fim, a categoria “Avaliar” exige que os alunos façam julgamentos críticos com base em critérios predeterminados (Bloom *et al.*, 1956).

A Figura 2 representa a Taxonomia de Bloom atualizada, demonstrando a hierarquia das categorias e seus relacionamentos. Essa estrutura ajuda os

educadores a desenvolver objetivos de aprendizagem e a projetar atividades educacionais que apoiem a progressão ideal da aprendizagem (De Souza Ortiz; Dorneles, 2018).

Figura 2 - Categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom



Fonte: A autora, adaptada de Benjamin Bloom (2023).

Na prática, os educadores podem empregar a Taxonomia de Bloom de várias maneiras. Para começar, ao organizar aulas e atividades, os instrutores podem estabelecer objetivos específicos para cada área da taxonomia que estejam relacionados com o assunto a ser ensinado (De Souza Ortiz; Dorneles, 2018). Isso permite que os alunos sejam gradualmente desafiados à medida que passam por vários graus de complexidade cognitiva.

A categoria “Lembrar” é crítica para estabelecer uma base sólida de informações factuais. Os alunos devem ser capazes de se lembrar de fatos e informações fundamentais em seu assunto de estudo. Isso implica memorizar e recordar informações específicas, como conceitos, terminologia, datas e eventos significativos. Os professores, por exemplo, podem fornecer atividades que promovam a memorização e a recuperação do material, como questionários ou jogos de revisão (Galhardi; Macorin, 2013).

A categoria “Entender” exige que os alunos exibam uma compreensão mais profunda dos tópicos e princípios, em vez de simplesmente memorizar. Interpretar informações, expressar ideias em seus próprios termos e reconhecer semelhanças e conexões entre vários conceitos fazem parte disso. Discussões em grupo, estudos de caso ou atividades de resumo, por exemplo, podem ser sugeridas para permitir que os alunos entendam e expliquem os tópicos em seus próprios termos (Galhardi; Macorin, 2013; Simomukay, 2015).

“Aplicar”, “Analisar” e “Avaliar” são importantes categorias de aprendizagem. Os alunos devem “aplicar” as informações recém-adquiridas em circunstâncias práticas e da vida real, demonstrando a transferência de habilidades e conceitos para outros contextos. Dividir as informações em elementos componentes e identificar os vínculos entre eles é o que a “análise” implica. “Avaliar” incentiva os alunos a fazer julgamentos críticos com base em fatos e critérios definidos (De Souza Ortiz; Dorneles, 2018; Simomukay, 2015). Os alunos podem usar esses exercícios para aplicar seus conhecimentos em situações do mundo real, descobrir padrões, correlações e conexões entre conceitos e desenvolver habilidades de pensamento crítico.

O nível mais alto da hierarquia é representado pela categoria “Criar”. Os alunos são incentivados a aplicar o que aprenderam para criar novas ideias, soluções e produtos. Isso inclui a capacidade de integrar o conhecimento de novas maneiras, aplicar conceitos em novas circunstâncias e desenvolver técnicas criativas de solução de problemas. Os professores podem incentivar os alunos a gerar projetos, apresentações ou tarefas que envolvam a síntese de informações e a produção de novas ideias na categoria “Criar” (De Souza Ortiz; Dorneles, 2018). Isso incentiva a criatividade e o pensamento crítico, permitindo que os alunos apliquem seus conhecimentos de novas maneiras.

Educadores podem construir exames mais completos e relevantes colocando em prática a Taxonomia de Bloom. Os professores podem construir questões que testam os alunos em diferentes níveis cognitivos, considerando as múltiplas categorias da taxonomia (Galhardi; Macorin, 2013). Isso permite uma avaliação mais completa do aprendizado do aluno e fornece feedback apropriado para ajudar a gerenciar o processo de ensino.

Como resultado, com suas categorias e níveis cognitivos, a Taxonomia de Bloom fornece uma excelente estrutura para a elaboração de atividades educacionais e exames, permitindo um aprendizado mais profundo e significativo (De Souza Ortiz; Dorneles, 2018; Simomukay, 2015). Os educadores podem usar essa estratégia para conduzir os alunos em seu caminho educacional, apoiando o desenvolvimento de habilidades cognitivas críticas e promovendo uma progressão saudável no processo de aprendizagem.

4 METODOLOGIA

O objetivo da pesquisa é investigar a contribuição de uma abordagem de resolução de problema (RP) inserida em prática reflexiva à aprendizagem do conteúdo de reações químicas e ao desenvolvimento de habilidades investigativas em alunos do Ensino Médio. Nesse sentido aplicaremos uma oficina pedagógica (Apêndice D) formatada nessa configuração em uma turma com alunos do 1º e 2º ano do Ensino Médio, de uma escola Pública do Agreste de Pernambuco.

4.1 CARACTERIZAÇÃO SOBRE A NATUREZA DA PESQUISA

4.1.1 BÁSICA

Este trabalho se caracteriza como uma pesquisa básica, segundo Apolinário (2011, p. 146), tem como foco “o avanço do conhecimento científico, sem qualquer preocupação com a aplicabilidade imediata dos resultados a serem obtidos”. Sendo assim, busca fornecer informações sem ter que ter uma aplicação prática imediata. No entanto, é crucial para a criação de novas tecnologias, bem como para o crescimento da ciência.

Nessa situação, uma técnica de contextualização para o ensino de processos químicos por meio da reflexão investigativa pode ser a abordagem baseada em resolução de problemas. Ao fazer com que os alunos trabalhem com problemas do mundo real, esse método torna o aprendizado mais envolvente e inspirador. A investigação problematizadora fornece aos alunos a chance de aprender química na prática, em vez de apenas obter conhecimento teórico na sala de aula.

Assim, a pesquisa básica pode ser usada no campo da educação para aprender mais sobre as formas mais eficazes de ensinar química. Exemplo de como a pesquisa básica pode melhorar a instrução e preparar futuros cientistas e pesquisadores incluem a abordagem RP.

4.2 QUANTO À ABORDAGEM

4.2.1 PESQUISA QUALITATIVA

O fundamento da pesquisa é uma investigação qualitativa sobre a eficácia de um método baseado em resolução de problema (RP) no ensino de reações químicas. Segundo Gil (1994), a pesquisa qualitativa enfatiza o conhecimento e a interpretação dos fenômenos pesquisados, com o objetivo de alcançar uma compreensão abrangente e contextualizada dos fatores sociais, culturais e subjetivos envolvidos. O pesquisador valoriza a subjetividade dos participantes nesse estilo de estudo e tenta captar as complexidades e sutilezas de suas experiências, bem como os significados que atribuem a elas.

O método RP ajuda os alunos a enfrentar os desafios do mundo real, tornando o aprendizado mais significativo e contextualizado. Por sua vez, a problematização investigativa recomenda que os alunos pesquisem e descubram tópicos científicos de forma independente.

Como consequência, esta pesquisa qualitativa faz uma adição significativa ao campo da educação em química, demonstrando o valor de abordagens pedagógicas criativas para melhorar a aprendizagem dos alunos.

4.3 QUANTO AOS OBJETIVOS

4.3.1 PESQUISA EXPLORATÓRIA

O estudo é classificado como exploratório, pois seu objetivo é desvendar e compreender o potencial e os limites da técnica sugerida para o ensino de reações químicas. A pesquisa exploratória simplesmente tenta coletar conhecimento sobre um determinado item, definindo assim uma área de estudo e mapeando as circunstâncias de manifestação dessa temática (Gil, 1994).

A pesquisa investigará a utilidade da abordagem baseada em problemas em contextos de ação investigativa para o ensino de reações químicas, com o objetivo de

fornecer uma melhor compreensão de como esse método pode ser usado em sala de aula.

A utilização de um método exploratório permite a identificação de novas ideias e conceitos, bem como um melhor conhecimento de como a técnica pode ser customizada para diversos ambientes educacionais. Assim, a pesquisa exploratória é fundamental para estabelecer novas práticas de ensino e gerar uma educação mais efetiva e contextualizada.

4.4 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS

4.4.1 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é uma ferramenta metodológica popular. Este método analisa uma ocorrência específica em profundidade e detalhes, com o objetivo de compreender suas particularidades e complexidade dentro de seu contexto real. Fornecendo um ponto de vista qualitativo útil, particularmente ao pesquisar fenômenos, comportamentos humanos ou circunstâncias com informações disponíveis limitadas, permitindo uma contribuição substancial para o progresso do conhecimento em vários campos das ciências sociais (Gil, 1994).

Nesse cenário, desenvolvemos uma ação didática e a partir de parâmetros e procedimentos científicos buscamos avaliar a eficácia desta abordagem problematizadora como ferramenta orientadora da problematização investigativa em uma turma com alunos do 1º e 2º ano do ensino médio de uma escola Pública do Agreste de Pernambuco.

O estudo de caso pode ser usada para avaliar o sucesso dessa técnica, coletando dados sobre o desempenho, motivação e envolvimento do aluno no processo de aprendizagem, bem como as percepções dos alunos sobre a RP como uma estratégia de contextualização para uma aprendizagem exploratória.

4.5 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO

O público-alvo deste estudo serão os alunos do 1º e 2º anos do Ensino Médio que cursam o Itinerário Formativo “Eu Cientista” de uma escola pública do Agreste de Pernambuco. A escolha da instituição educacional em questão se deu em razão da participação da pesquisadora em um programa de residência pedagógica realizado na referida escola.

A amostra deste estudo será composta pelos alunos que estiveram presentes no dia em que a atividade de aprendizagem baseada em problemas (RP) foi implementada na eletiva “Eu Cientista”. Para participar do estudo, deve estar presente na aula da eletiva no dia da aplicação da RP e concordar em participar da pesquisa. Foram excluídos os alunos que não estiverem presentes no dia em que a atividade foi aplicada e os alunos que se recusaram a participar da pesquisa. A amostra será escolhida por conveniência, levando em consideração a disponibilidade dos alunos em participar da pesquisa. O número de alunos voluntários que participaram da pesquisa foi um total de 13 alunos, que estavam presentes no dia da aplicação da atividade.

A definição demográfica é fundamental para delimitar o escopo da pesquisa e garantir que os resultados produzidos sejam adequados aos alunos do primeiro e segundo anos do Ensino Médio que realizam o Itinerário Formativo “Eu Cientista” na escola do Agreste de Pernambuco.

4.6 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados é uma etapa crucial em qualquer pesquisa, e para a pesquisa em questão, consiste a partir da metodologia oficina pedagógica. A oficina pedagógica, segundo Figueirêdo *et al.* (2006), é um tempo-espço para vivenciar, refletir e conceituar; é uma síntese de pensar, sentir e realizar. É um espaço de engajamento, aprendizagem e sistematização do conhecimento, descrevendo a oficina como um local de produção e criação de mentes. Assim, a oficina pedagógica funciona como um espaço de criação de vínculos, envolvimento, comunicação e produção social de objetos, eventos e conhecimentos.

Para alcançar o segundo objetivo específico, será utilizado questionários para avaliar a compreensão dos alunos sobre os diferentes níveis do conhecimento químico segundo Johnstone, será aplicado dois questionários, um antes da aplicação da atividade e após, e o uso de um diário de bordo. Os questionários será perguntas elaboradas a partir de problemas emergentes tanto da atividade baseada em resolução de problema quanto de contextos do cotidiano que ajudará a avaliar a compreensão dos alunos sobre a relação entre diferentes níveis do conhecimento químico.

Esses instrumentos ajudarão também a identificar, descrever e categorizar as habilidades desenvolvidas pelos alunos durante aplicação da atividade da RP e a analisar a compreensão dos alunos sobre a relação entre diferentes níveis do conhecimento químico. Essas habilidades foram caracterizadas segundo os parâmetros designados na Taxonomia de Bloom.

4.6.1 OFICINA PEDAGÓGICA

A oficina pedagógica é um estilo de ensino popular em uma variedade de ambientes educacionais. Sua principal característica é o incentivo à aprendizagem ativa e interativa, com o professor atuando como mediador e facilitador do processo de aprendizagem. A oficina pedagógica, segundo Figueirêdo *et al.* (2006), é um espaço de contemplação, investigação e conceituação no qual os participantes podem vivenciar uma síntese entre pensar, sentir e agir. Nesse sentido, a oficina pode ser vista como um espaço de criação de informações, onde os participantes podem aprimorar suas habilidades de pensamento crítico e criativo.

A oficina pedagógica é um instrumento fundamental para alcançar a educação transformadora e a mudança social porque facilita a construção participativa e colaborativa do conhecimento (Freire, 2005).

A abordagem baseada em problemas incentiva os alunos a buscar respostas por meio da RP, colocando-os em circunstâncias reais e exigentes (Ferreira, *et al.*, 2016). Desta forma, a técnica pode ser usada para contextualizar a compreensão da reação química e, assim, tornar a instrução mais interessante e envolvente.

Esta estratégia pode ser usada em sala de aula usando a abordagem de aprendizagem orientada para a RP. Nesse método, os alunos recebem um problema relacionado a um tópico de reação química e são incentivados a trabalhar em grupos para resolvê-lo. Ao longo do processo, os alunos são incentivados a investigar e experimentar, valendo-se do conhecimento prévio e pesquisando informações adicionais para obter uma melhor compreensão do assunto (Ferreira, *et al.*, 2016).

A aplicação da atividade de aprendizagem baseada em resolução de problema (RP) foi realizada em uma escola localizada no Agreste de Pernambuco, com o envolvimento de um grupo de alunos, durante uma oficina pedagógica (Quadro 1).

Quadro 1 - Estruturação da oficina de Reações Químicas

ETAPAS	OBJETIVOS DA OFICINA
<p>1ª ETAPA Aplicação do primeiro questionário (APÊNDICE A)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar o nível de conhecimento químico dos alunos, tanto no nível macroscópico quanto submicroscópico, e verificar se eles são capazes de fazer relações entre a química e situações do cotidiano.
<p>2ª ETAPA Revisão do conteúdo de Reações Químicas e curiosidades</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação do conteúdo abordando definições, classificações, representação simbólica e curiosidades envolvendo o cotidiano.
<p>3ª ETAPA Aplicação da atividade de RP (APÊNDICE C)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar aos alunos uma experiência prática da teoria dos conteúdos de reações químicas, por meio da resolução de um problema do cotidiano. • Espera-se que os alunos tenham desenvolvido habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e aplicação prática dos conceitos estudados.
<p>4ª ETAPA Aplicação do segundo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar, descrever e categorizar as habilidades desenvolvidas pelos alunos durante a realização da atividade, em diálogo com o método de resolução de

questionário (APÊNDICE B)	problemas, com foco nas habilidades que emergem durante a mobilização de conteúdos conceituais de reações químicas.
------------------------------	---

Fonte: A autora (2023).

Primeira e Segunda Etapa:

Neste primeiro momento, será aplicado o questionário (Apêndice A), para ser preenchido. Após será realizada uma revisão sobre reações químicas, visando estimular a reflexão dos alunos sobre o tema a ser abordado na aula por meio de uma discussão. Essa aproximação dá uma visão básica do trabalho e auxilia na formação dos pensamentos motivadores iniciais para lidar com a situação problema.

Terceira Etapa:

No segundo momento, será realizada a aplicação da RP conforme descrito no Apêndice C. Onde, são formados grupos de trabalho e os alunos estudam e avaliam o problema, levantam hipóteses, projetam possíveis soluções e experimentos para testar suas ideias usando referências bibliográficas e material fornecido pelo professor.

A expectativa é que esta atividade cumpra sua finalidade de proporcionar aos alunos uma experiência prática da teoria dos conteúdos de reações químicas, por meio da resolução de um problema do cotidiano. Espera-se que, por meio desta atividade, os alunos desenvolvam habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e aplicação prática dos conceitos estudados.

Durante a aplicação da metodologia RP, a professora desempenhará o papel de intermediadora, atuando como facilitadora do processo de aprendizagem. Nesse sentido, a docente será responsável por guiar os alunos na leitura da atividade e auxiliá-los na execução, sanando as dúvidas que surgirem ao longo do processo, fazendo todas as observações necessárias no diário de bordo. O objetivo é que a professora possa contribuir para que os alunos possam desenvolver suas habilidades de forma autônoma, com o apoio necessário para que possam atingir os objetivos propostos pela atividade.

Quarta Etapa:

Nesta etapa, ocorrerá a aplicação do segundo questionário (Apêndice B) com o objetivo de observar e descrever as habilidades desenvolvidas pelos alunos durante a realização da atividade planejada, com ênfase nas habilidades que emergem durante a aplicação dos conceitos de reações químicas em diálogo com o método de resolução de problemas. Essas habilidades serão categorizadas e descritas para avaliar o impacto da atividade no aprimoramento do aprendizado dos alunos.

4.7 ANÁLISE DE DADOS

A análise de dados procedeu-se sobre os dados coletados a partir dos questionários aplicados antes e depois da aplicação da metodologia RP; adicionalmente analisou-se também o comportamento observado dos alunos durante a atividade investigativa e o teor das anotações feitas no diário de bordo. A partir deles serão atribuídos significados as respostas dos alunos em relação a real contribuição da abordagem baseada em problema.

A análise dos questionários foi voltada a apreciar a percepção dos alunos em relação à RP e assim sendo possível avaliar as mudanças de conhecimento e articulações ao contexto no decorrer do processo. Durante a atividade investigativa, foram realizadas observações para registrar o comportamento dos alunos, suas interações e níveis de engajamento. Essas observações forneceram informações qualitativas sobre como os alunos estavam se envolvendo com a RP. As anotações feitas no diário de bordo registraram aspectos referente aos saberes mobilizados relevantes da implementação da metodologia RP, bem como as reações e reflexões dos alunos ao longo do processo, analisando a estratégia de resolução de problema usada pelos alunos. Isso possibilitou uma compreensão mais profunda das experiências dos alunos durante a atividade.

Uma vez coletados os dados que remetem a mobilização dos conhecimentos químicos serão categorizados segundo os níveis de conhecimento químico de Johnstone fundamentando-se essa análise em categorias construídas a priori a partir

do corpo do texto presente no capítulo 3.5 na fundamentação teórica. Já as habilidades desenvolvidas serão analisadas a partir dos parâmetros definidos na Taxonomia de Bloom, bem como Lembrar, Compreender, Criar, Aplicar, Analisar e Avaliar (Bloom *et al.*, 1956).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir estão relacionadas à análise pré-questionário, ao cenário da atividade baseada na RP, ao questionário pós-aplicação e às observações registradas no diário de bordo. Com base nessas apreciações, será realizada uma análise dos conhecimentos químicos classificados de acordo com os níveis de Johnstone. Além disso, as habilidades desenvolvidas serão avaliadas através das características prescritas na Taxonomia de Bloom.

5.1 QUESTIONÁRIO ANTES DA APLICAÇÃO DA RP

Antes da aplicação da atividade de RP foi aplicado um questionário (Apêndice A), com o objetivo de avaliar o nível de conhecimento químico mobilizado pelos alunos, e avaliar as relações estabelecidas por eles entre a química e situações do cotidiano, envolvendo o conceito de reações químicas. Sendo reações químicas processos nos quais compostos conhecidos como reagentes se transformam em novas substâncias denominadas produtos (Atkins; Jones, 2012), sua aplicação tem sido materializada em diversas ações cotidianas com o intuito da obtenção de materiais com propriedades de interesse.

5.1.1 PERFIL DA TURMA

A aplicação ocorreu em uma disciplina do itinerário formativo em uma turma composta por alunos do primeiro e segundo ano do Ensino Médio.

Os estudantes normalmente relutam em realizar atividades em casa alegando cansaço devido ao período escolar integral, aliado ao fato de que muitos deles vêm de cidades vizinhas. Esta peculiaridade reduziu o êxito quanto a devolutiva de atividades, nos momentos em que houve atribuições de elaboração ou pesquisa feitas em casa.

Porém, quando as atividades foram propostas e desenvolvidas em aula para devolutivas no mesmo dia, foram obtidos bons resultados.

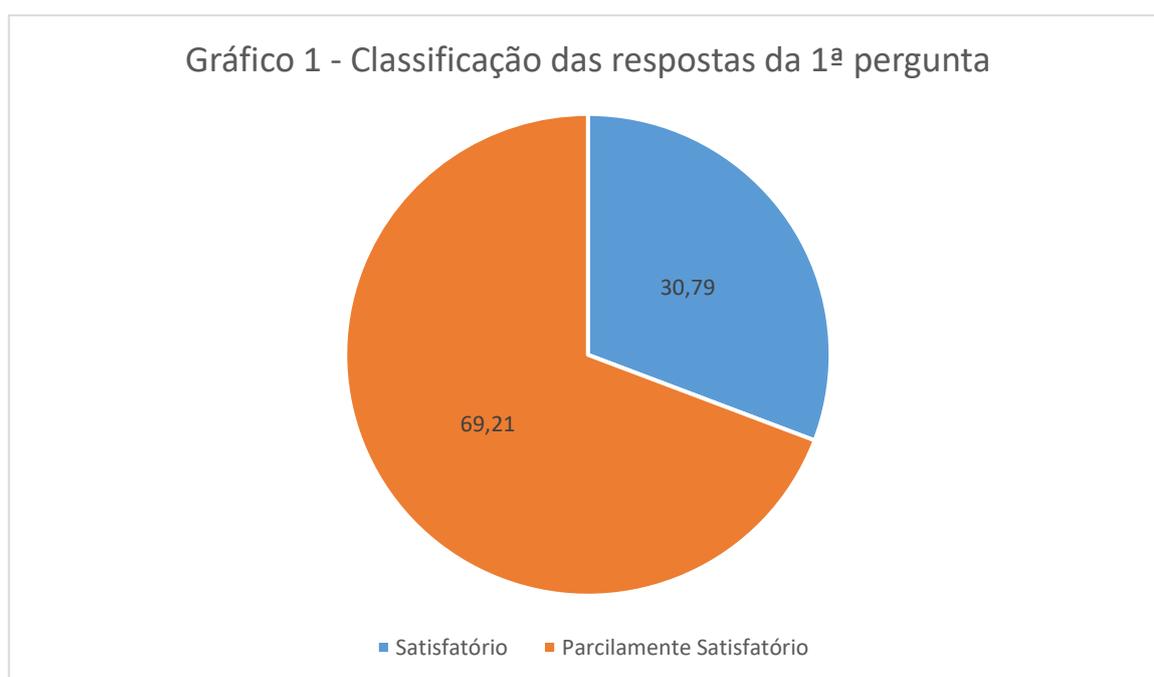
O acompanhamento desta turma como atividade do programa de residência pedagógica, me permitiu a observação mais extensiva e um planejamento e organização de uma atividade pautada na RP adequada ao perfil dos estudantes.

5.1.2 PRÉ-QUESTIONÁRIO

Inicialmente foi explicado que o objetivo dos questionamentos era conhecer a concepção dos alunos e que por isso não haveria resposta certa ou errada, buscando estimular os alunos a responder com base em sua compreensão do assunto.

O objetivo deste questionário foi determinar a compreensão dos alunos usando a categorização segundo os níveis de conhecimento químico de Johnstone. As respostas foram graduadas e classificadas em satisfatórias e parcialmente satisfatórias, as respostas consideradas satisfatórias são aquelas que incluem uma definição de reação química que seja cientificamente aceitável e, portanto, pode ser classificada em qualquer nível do conhecimento químico definido por Johnstone, já as respostas parcialmente satisfatórias são aquelas respostas que se endente o que o aluno quer passar porem não seria cientificamente aceita.

Na primeira questão, foi perguntado “O que é uma reação química?”



Fonte: A autora (2023).

De acordo com os dados apresentados no gráfico 1, 30,79% dos alunos conseguiram produzir respostas satisfatórias.

As respostas do quadro 2 representam o grupo de alunos que responderam satisfatoriamente à pergunta:

Quadro 2 - Respostas satisfatórias da 1ª pergunta do Questionário 1

Aluno	Resposta
A1	<i>“É um no qual as substâncias interagem, resultando em uma mudança nas suas composições químicas e na forma de novas substâncias.”</i>
A2	<i>“É o produto de duas ou mais substâncias. Reagentes → produtos”</i>
A3	<i>“Quando duas ou mais substâncias reagem uma com a outra e muda sua composição em uma nova substância.”</i>
A4	<i>“É um processo de interconversão de espécie química.”</i>

Fonte: A autora (2023).

Verifica-se que o aluno A2 define a reação química baseado no nível simbólico do conhecimento de Johnstone, mimetizando o que observa na representação denominada equação química. Apesar de válida, esta definição, por si só, não expressa o que ocorre no processo de uma reação química propiciando apenas uma leitura do que havia antes e depois do processo.

Observa-se também que, em maior grau, os alunos apresentam uma compreensão pautada no nível de conhecimento submicroscópico de Johnstone associando reação a mudança na composição das substâncias presentes. A menção a reação química como a produção de uma nova substância (A1 e A3) abaliza isso.

Apesar disso, as respostas em geral não alcançaram a clareza necessária para as categorizarmos como uma explicação do comportamento químico no que diz respeito a dinâmica do processo de reação, pois não associaram a mudança a um intercâmbio dos átomos presentes nos reagentes para formação dos produtos.

A exceção pode ser observada na resposta do aluno A4 que utilizou termos “interconversão” e “espécies químicas” para descrever como ocorre uma reação química. O termo “espécie química”, refere-se a qualquer entidade química, que pode

ser uma única substância ou um grupo de produtos químicos com características químicas semelhantes (Atkins; Jones, 2012). Além disso, de acordo com o dicionário Priberam, o termo “interconversão” refere-se a um processo no qual dois elementos experimentam alteração mútua. Nesse sentido, a resposta do aluno A4 contém a noção de que as espécies químicas podem sofrer um processo de interconversão, no qual duas ou mais substâncias se alteram mutuamente, o que é consistente com as definições da química.

As respostas mais relevantes que foram consideradas parcialmente satisfatórias se encontram no quadro 3.

Quadro 3 - Respostas parcialmente satisfatórias da 1ª pergunta do Questionário 1

Aluno	Resposta
A5	<i>“Quando um material químico sofre uma reação e acaba mudando ou sofrendo mudanças nos materiais químicos.”</i>
A7	<i>“Quando dois ou mais elementos químicos se misturam.”</i>
A8	<i>“Tudo aquilo que reage a algum efeito.”</i>
A9	<i>“Mistura de 2 ou mais substâncias que pode causar uma reação irreversível.”</i>
A10	<i>“É o resultado da mistura de uma ou mais substâncias (soluto e solvente).”</i>

Fonte: A autora (2023).

Ao analisar as respostas classificadas como parcialmente satisfatórias, observou-se o uso do termo “mistura”. Uma mistura é definida em química como a combinação física de duas ou mais substâncias diferentes em que cada substância mantém suas características químicas específicas. As substâncias são combinadas neste contexto de forma que não ocorra nenhuma reação química entre elas, podendo ser separadas fisicamente por meio de processos como filtração, destilação ou evaporação (Atkins; Jones, 2012).

Ao avaliar a resposta do aluno A9, fica claro que há uma interpretação equivocada de uma reação química como uma mistura. Nessa declaração, ele define reação química como a “mistura de duas ou mais substâncias” e usa os termos “pode causar” e “irreversível”. O termo “pode causar” implica que ele está ciente de que nem

todas as reações químicas são irreversíveis¹. É crucial notar, no entanto, que as misturas podem ser separadas, o que implica que não são irreversíveis, uma vez que podemos dividi-las utilizando várias técnicas de separação. Com isso, a compreensão do aluno A9 confunde reações químicas e mistura.

O termo “material” foi utilizado pelo aluno A5 para se referir às substâncias, mas ele não acrescentou que “esse material” sofre modificações que resultam na produção de uma nova substância. Como a frase “material” pode ser entendida num sentido genérico para se referir a compostos químicos, embora não seja o termo técnico correto a ser empregado, pode-se deduzir que sua intenção era remeter a substâncias com propriedades particulares.

Na pergunta dois foram questionados em quais situações do seu dia a dia conseguem identificar reações químicas, as respostas mais relevantes constam no quadro 4:

Quadro 4 - Respostas da 2ª pergunta do Questionário 1

Aluno	Resposta
A1	<i>“Eu consigo identificar em acender uma vela ou observa a oxidação de metais”</i>
A2	<i>“Pó de café (soluto) + água (solvente) → café (produto).”</i>
A5	<i>“Quando eu vou esquentar água, passa do estado líquido e vai para o estado de vaporização.”</i>
A9	<i>“Assar um bolo pode ser uma reação química, pois o fermento que colocamos quando entra em contato com o calor faz com o que a massa mude de cor, formato e textura.”</i>
A10	<i>“No processo de digestão de alimentos.”</i>

Fonte: A autora (2023).

Ao examinar as respostas na sua totalidade, percebe-se que alguns alunos, como exemplo de A5² caracterizaram uma reação química em suas experiências

¹ É uma generalização remetida a propriedades químicas de uma maneira geral. Contudo a sistemas em que essa irreversibilidade não se aplica por exemplo em sistemas que estão em equilíbrio químico.

² Além de A8, A13 que apresentaram respostas semelhantes, mas que para fins de organização dos dados não aparecem no quadro.

cotidianas como mudanças de estado físico e no caso de A2 com um processo de dissolução. É fundamental destacar, que mudanças de estado físico não devem ser confundidas com reações químicas, pois uma mudança de estado físico em química é um processo no qual um material transita de um estado para outro, mantendo sua composição química.

Por outro lado, as demais respostas, foram consistentes com a ideia de uma reação química, que inclui a transformação de dois ou mais produtos químicos em novas substâncias.

Conforme esperado, as respostas dos alunos relacionadas ao seu cotidiano abrangem exclusivamente aspectos relacionados ao nível macroscópico do conhecimento atribuídos por Johnstone. Pois consideram propriedades químicas ou citam processos químicos comuns a suas experiências cotidianas e, portanto tangíveis. Contudo percebemos um afastamento da perspectiva submicroscópica anteriormente adotadas mais extensivamente na definição de reação química. Este fato pode indicar que apesar de reconhecer um fenômeno atribuído a reação química em seu dia a dia o aluno ainda possui dificuldade de compreender esses fenômenos a partir da teoria.

Em relação as habilidades requeridas a mobilização dos conceitos químicos, dez alunos conseguiram fazer uma ligação entre a ideia e as representações do seu cotidiano. Podemos atribuir que em algum nível esses alunos foram capazes de executar algumas das ações remetidas ao desenvolvimento do pensamento científico propostos pela Taxonomia de Bloom. Tal qual relembrar a ideia de reação química (seu significado e elementos característicos) e entender (relacionando elementos característicos a contextos conhecidos no seu dia a dia). Contudo habilidades mais complexas como aplicar (mobilizar o conceito na resolução de um problema prático), analisar (considerar peculiaridades do problema e adaptar a ação escolhida), avaliar (fazer julgamento críticos com base em critérios predeterminados) e criar (produzir ideias e soluções inovadoras) só poderiam ser avaliados em uma situação problema.

Tendo em vista avaliar a capacidade dos alunos em reconhecer, associar e mobilizar os conceitos químicos pertinentes a ideia de reação química em contextos

diferentes dos que os alunos já atribuíam espontaneamente foram apresentadas as questões 3, 4 e 5. O Quadro 5 apresenta as respostas mais relevantes.

Quadro 5 - Respostas da 3ª, 4ª e 5ª perguntas do Questionário 1

Aluno	Questão	Resposta
A2	3	<i>“A mudança de estado da matéria e sua coloração.”</i>
A3	5	<i>“O bicarbonato reage com o vinagre, produzindo gás carbônico e gerando pressão.”</i>
A4	4	<i>“Se acende uma pequena chama junto com a fumaça, com isso tem a liberação de energia em forma de calor.”</i>
A5	3	<i>“O que eu consigo entender é que a água que está esquentando o ovo faz com que o ovo acabe tendo uma reação no seu componente.”</i>
A5	4	<i>“Que quando o fosforo queima, acaba queimando uma quantidade de ar presente no fosforo, pois para algo queimar é necessário que o ambiente tenha ar.”</i>
A5	5	<i>“Que quando o bicarbonato de sódio se mistura com o vinagre, acaba tendo uma reação química entre dois materiais químicos e assim tendo uma reação de gás carbônico.”</i>
A8	4	<i>“Está ocorrendo uma reação de combustão.”</i>

Fonte: A autora (2023).

Observamos em relação as respostas à questão 3, que em sua totalidade notaram que o aquecimento da água ocasionou a mudança na cor e na textura do ovo. Na fala do aluno A5, representada na tabela, observamos que o aluno reconhece a reação química, ao que ele atribuiu a uma reação (mudança) em algum dos seus componentes. Essa ideia ela se alinha ao entendimento científico que aponta a desnaturação da proteína do ovo por efeito de aquecimento como a razão da alteração de sua aparência durante o cozimento.

Vale ressaltar que o aluno A5, que anteriormente na questão 2 havia dado um exemplo de uma reação química relacionada a uma mudança de estado físico. Naquele caso a mudança visual (estado físico) o induzia a um entendimento equivocado do processo envolvido, nessa situação, entretanto a alteração da

aparência é ocasionada sim por uma transformação química de um de seus componentes.

Em resposta à quarta questão, que envolvia a reação química da combustão do fósforo, nove alunos reconheceram não apenas como uma reação química, mas lembraram sua denominação como uma reação de combustão. Também recordaram que para sua ocorrência se fazia essencial a presença de oxigênio, e que o processo resultava na liberação de energia na forma de calor, conforme evidenciado pelos alunos A1 e A4. O que remete a mobilização do nível submicroscópico do conhecimento químico. Percebemos adicionalmente que esses alunos conseguiram descrever elementos que nos permite atribuir que eles mobilizaram o conhecimento químico no nível macroscópico. Tal afirmação é pautada no fato de que tanto o aluno A4 quanto o aluno A6 destacaram a presença de fumaça em suas respostas. Podemos atribuir a mobilização de mais de um nível de conhecimento químico a uma reação ao acúmulo de experiência tangível (macroscópica) proveniente do seu contexto cotidiano aliada a exemplificação no âmbito do saber escolar de química. Tal associação os permitiu compreender o processo da reação, designando reagente (oxigênio e palito) e produto (fumaça e calor) mesmo que de forma ainda limitada.

Na quinta questão os alunos foram solicitados a descrever e identificar o que estava acontecendo quimicamente na reação entre o bicarbonato de sódio com o vinagre produzindo dióxido de carbono. Todos os alunos (A1 a A13) abordaram a reação nos seus comentários, conforme evidenciado pelos alunos A3 e A5, cujas falas estão apresentadas na Tabela 4. Dado que a questão já continha o processo químico, solicitou-se que os alunos contribuíssem com representações visuais, permitindo acessar suas percepções no nível macroscópico.

Apenas nove alunos explicaram a ocorrência da liberação de gás, afirmando haver “borbulhamento” e “efervescência” e descreveram o processo químico ocorrido. Como resultado, nove alunos conseguiram abranger os níveis macroscópico e submicroscópico nas suas respostas, de acordo com a categorização de Johnstone. Enquanto isso, quatro alunos que se restringiram a descrever apenas a reação alcançaram o nível submicroscópico.

Por fim, consideramos que questionário 1 possibilitou uma avaliação completa do grau de compreensão e conhecimento da turma sobre o assunto, reações químicas. A maior parte das respostas sendo classificadas exclusivamente nos níveis macroscópicos ou submicroscópicos do conhecimento. Sugerindo que os alunos são capazes de realizar observações químicas e relacioná-las a contextos particulares, quando apresentados a fenômenos e a definir conceitos mobilizando razoavelmente elementos conceituais necessários com essa finalidade. Contudo a pouca relação entre esses dois níveis de conhecimento os limita em explicar os fenômenos limitando sua compreensão de reação química.

5.2 APLICAÇÃO DA ABORDAGEM BASEADA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMA – DIÁRIO DE BORDO

Após a aplicação do primeiro questionário realizou-se uma revisão sobre reações químicas e a contextualização desse conceito a partir da apresentação de matérias jornalísticas e materiais midiáticos envolvendo o tema com foco em reações de combustão. Nesse sentido foi apresentado aos alunos os seguintes materiais:

- Explosão em Beirute

<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/08/04/explosao-em-beirute-o-que-sabe-e-o-que-falta-saber.ghtml>

<https://youtube.com/shorts/G7vK7Oqes20?feature=share>

- Incêndios e gases tóxicos

<https://metsul.com/chuva-pode-ter-causado-grande-incendio-quimico-em-santa-catarina/>

- Episódio da série Station 19 – Série (S1:E1 Stuck – 12:00 – 17:00)

<https://starplus.com/series/station-19/3de52zcRJZGt?sharesource=iOS>

Finalizada a problematização inicial que auxilia remeter a perspectiva de reação química ao caso particular de reações de combustão em uma perspectiva prática realizou-se a atividade da RP (disponível na integra no Apêndice C).

PROBLEMA

Maria se encontra em uma situação desagradável, ao entrar no banho tinha deixado a luz do abajur acesa, que estava com o cabo descascado e umas velas aromatizantes em volta, porem esqueceu a janela aberta. Ao sair do banheiro nota um cheiro de “queimado” e logo em seguida identifica fumaça pelo quarto, então se depara com a cortina pegando fogo e rapidamente vê o fogo se espalhando, antes que o fogo se espalhe por todo o quarto, ela precisa pensar rápido para resolver a situação, olha em volta e observa alguns meterias.

Qual seria a melhor maneira de apagar esse fogo?

ATENÇÃO: Não tem extintor de incêndio em casa.

MATÉRIAS A DISPOSIÇÃO:

Lenços no criado mudo ao lado da cama; Óleo essencial; Caixa de Areia do gato; Acetona; Bacia de água para o gato; Kit de Química para aula, contendo: Magnésio, Solução aquosas de sulfato de alumínio, Ácido Sulfúrico, Hidrato de Alumínio, Bicarbonato de sódio, Béquer, Bastão de vidro.

Fonte: A autora (2023).

Apresentado o problema, os alunos foram orientados a criar grupos e duplas, o que resultou em quatro trios e uma dupla. Esses grupos foram nomeados como G1, G2, G3, G4 e G5, sendo este último a dupla. Além disso, foram orientados a registrar suas soluções para a atividade da RP e apresenta-las à turma. Isso foi feito para estimular discussões. Suas habilidades na atividade da RP serão avaliadas usando a categorização de Johnstone e os critérios da Taxonomia de Bloom.

5.2.1 DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

Os alunos expressaram dúvidas sobre como abordar a situação, após a leitura e a explicação da atividade de RP. Uma das dúvidas frequentes, em todos os grupos, era se havia uma solução correta ou se haveria apenas um método para resolver a atividade. Isso sugere que os alunos estão conscientes da multiplicidade de soluções possíveis quando se trata de um problema real. Essa complexidade é uma das características que diferem a RP da mera exercitação e é um aspecto desse método que instiga a reflexão, a ponderação e o pensamento crítico.

Com base nessa inquietação inicial foi dito a turma que não haveria uma única maneira de resolver o problema, deste modo os grupos se sentiram mais a vontade de explorar e produzir soluções para a atividade proposta.

Dentre os recursos disponíveis ao personagem listados no problema, o Grupo G1 recomendou o uso de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) para apagar as chamas. Na parte escrita da atividade disseram: “No kit de química, a melhor opção seria o bicarbonato de sódio”, explicaram, “porque em pequenos incêndios ele sofre uma reação química que libera dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e um resíduo sólido de carbonato de sódio.” Eles deram uma equação química em sua explicação: “ $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ”. Esta equação, no entanto, mostrou-se correta porem desbalanceada.

Durante a apresentação da proposta, o grupo realizou o experimento como testagem de hipótese, apagando uma vela com bicarbonato de sódio e conseguindo obter resultados positivos. Entendesse que um dos principais métodos de ensino de química é através da experimentação. O uso da experimentação problematizadora como testagem de hipóteses é investigar como uma atividade com experimentação para ajudar o aluno a construir um corpo de conhecimento mais coerente e reflexivo.

Nessa atividade os alunos partiram de questionamentos emergentes do contexto e da observação do fenômeno e refletiram criticamente sobre como estudar o efeito esperado em suas hipóteses de extinguir a chama. A interação dialógica entre os pares orientou o delineamento do experimento bem como a interpretação dos resultados conforme esperado da experimentação em uma perspectiva investigativa (Silva, 2019; Delizoicov *et al.*, 2007).

Quando questionados por que o bicarbonato de sódio foi escolhido como primeira opção para extinguir o fogo da cortina, responderam que a água não poderia ser a primeira escolha devido à presença de energia elétrica na situação. O grupo G1 percebeu que a maioria dos componentes do kit químico tinham por propriedades em comum o fato de serem inflamáveis, o que poderia agravar a situação em caso de incêndio. Como resultado, eles raciocinaram que, como o bicarbonato de sódio é empregado como agente extintor de incêndio, seria uma alternativa adequada para extinguir um pequeno incêndio.

Fica claro que o grupo G1 conseguiu abranger os três níveis da classificação de Johnstone nesta resolução para o problema proposto. Ao considerar propriedades químicas como a inflamabilidade de algumas substâncias no kit denota a mobilização do conhecimento na perspectiva macroscópica. Além disso, acrescentaram a compreensão do contexto e dos cuidados necessários a partir do reconhecimento dos efeitos de um dado fenômeno como por exemplo ao observar os cuidados referentes ao uso de água para apagar as chamas na presença de eletricidade.

No nível submicroscópico, o grupo G1 criou uma resposta que incluía a descrição de uma reação química, uma explicação do porquê o uso do bicarbonato de sódio e, portanto, uma explicação do comportamento das propriedades que seriam liberadas. Conseguiram atingir o nível simbólico dando uma representação química na forma de uma equação em que apontavam a formação da substância (CO_2) que efetivamente atua em cortar o fornecimento do oxigênio que alimenta a chama.

Em relação as habilidades potencializadas percebe-se que os alunos conseguiram lembrar tanto o conteúdo formal apresentado em aula quanto o conhecimento construído anteriormente em suas relações cotidianas. Assim, demonstrando a capacidade de “lembrar”. Adicionalmente, como mencionado percebe-se a capacidade de “compreender” que o problema se resumia a interromper uma reação química (de combustão) e elencar aspectos do conhecimento pertinentes à solução do problema, tal qual compreender o que mantém a chama. E ainda a habilidade de “aplicar” esse conhecimento, pautada no fato de que os alunos mobilizam o conhecimento do papel do oxigênio como comburente como meio de cessar a reação química. Além disso, conseguiram “avaliar” e construir uma solução baseada em critérios predefinidos, examinando cuidadosamente as informações fornecidas, interpretando as informações descritas na atividade e por fim articulando os saberes e aplicando-os a uma situação problema do mundo real para resolvê-la.

Como consequência, demonstraram a capacidade de “criar” uma solução criativa ao mobilizar o conhecimento químico em um nível simbólico para compreender a obtenção do gás carbônico (CO_2) a partir do uso do bicarbonato de sódio (NaHCO_3), demonstrando uma compreensão da noção química envolvida na abordagem da resolução do problema proposto.

Os grupos, G2 e G3, propuseram a mesma resolução para o problema, que consistiu no uso do lençol molhado e de areia para cortar o fornecimento de oxigênio que alimenta a reação de combustão. Nesse interim, os alunos explicaram que o lençol molhado com a água e a areia iria “abafar” o fogo, já que o fogo precisa de oxigênio para “se espalhar”. Em suas confabulações, acrescentaram na resposta o porquê do uso de água não seria correto, já que o cenário envolvia eletricidade exposta.

O grupo G3, sugeriu que se iniciasse a solução desligando o disjuntor. Eles conseguiram descrever sua decisão de resolver o problema utilizando a expressão “abafar”. Por terem conseguido explicar a noção de forma adequada, esta opção implica uma compreensão química. Nesse sentido, “abafar” refere-se ao processo de cobrir ou sufocar o fogo, bloqueando a entrada de oxigênio, necessário para a combustão. Quando um incêndio é apagado com areia ou outra substância não inflamável, forma-se uma barreira física que impede a entrada de oxigênio na área em chamas. A reação de combustão não pode continuar sem oxigênio e o fogo se extingue porque falta o elemento essencial para manutenção da queima. Além disso, ao reconhecerem a existência de energia elétrica na circunstância citada, os grupos G2 e G3 demonstraram capacidade de fazer observações significativas ao avaliar o contexto como um todo e considerando outros saberes prévios.

Ao analisarmos o processo de aprendizagem de acordo com a taxonomia de Bloom, é possível identificar que esses grupos conseguiram demonstrar diversas habilidades cognitivas. Foram capazes de “lembrar” informações prévias sobre o processo de combustão e seu comburente (oxigênio), permitindo-lhes “entender” a RP e traçar conexões com o cenário do problema.

Além disso, foram capazes de “aplicar” o que aprenderam para solucionar a situação baseada em um evento do cotidiano. Assim, sendo capazes de digerir as informações fornecidas, realizar uma “análise” crítica e fazer julgamentos com base em ideias previamente estabelecidas, optando por extinguir o incêndio com lençol molhado e areia. Como resultado, eles não apenas “lembraram” e “compreenderam” as informações, mas também “aplicaram”, “analisaram”, “avaliaram” e demonstraram capacidade de “criar” uma solução eficaz para o cenário problemático.

Os grupos G4 e G5 propuseram como solução para a atividade da RP com o uso exclusivo de areia. O Grupo G4 racionalizou a sua decisão alegando que a areia apagaria o fogo, dando-lhes tempo suficiente para desligar o disjuntor e enfatizando a importância de fechar a janela. Afirmaram que a areia abafaria o oxigênio, percebendo a importância desse elemento na combustão.

Por sua vez, o grupo G5 apresentou uma solução em etapas, que envolvia desligar o disjuntor, retirar a cortina (eliminar o fornecimento de material combustível), abafar o fogo com areia (eliminar o fornecimento de material comburente). Nesse último caso, destacaram explicitamente a ação como uma alternativa da necessidade de desligar o fornecimento de oxigênio como parte da estratégia de combate ao incêndio.

Esses resultados mostram que os grupos G4 e G5 foram capazes de caracterizar a situação, observando e analisando as propriedades químicas envolvidas na RP. Justificando essas escolhas a partir do conhecimento químico referente as propriedades dos materiais, a natureza do fenômeno, bem como aos componentes e papel das substâncias envolvidas, mobilizando o conhecimento químico nos níveis macroscópico e submicroscópico e simbólico de Johnstone.

Ressalta-se, porém, que apenas o grupo G1 conseguiu oferecer uma representação simbólica em forma de equação química e utilizar essa na leitura do comportamento da reação e auxiliar na escolha das ações a ser seguidas. Os outros grupos estavam preocupados principalmente com a descrição e o papel de cada substância na reação. Era esperado que apresentassem uma equação de combustão e mencionassem a liberação de dióxido de carbono (CO_2) em suas respostas, considerando a revisão sobre reações de combustão e exemplos de equações químicas discutidos anteriormente. Assim, de acordo com a categorização de Johnstone, os grupos G1, G2, G3 e G4 podem ser categorizados nos níveis macroscópico e submicroscópico.

Quando essas respostas são analisadas no contexto da taxonomia de Bloom e seu nível de complexidade, percebe-se que os grupos conseguiram elevar seu nível cognitivo ao longo da resolução da atividade, culminando na capacidade de gerar

ideias e soluções para a situação proposta, o que representa o topo da pirâmide taxonômica, “criar”.

5.3 QUESTIONÁRIO A-PÓS A APLICAÇÃO DA RP

Após a conclusão da atividade da RP, foi aplicado o segundo questionário (Apêndice B). O objetivo deste questionário é identificar, caracterizar e categorizar as habilidades obtidas pelos alunos durante a realização da prática pretendida utilizando a abordagem de resolução de problemas. A ênfase está nas habilidades desenvolvidas na aplicação de conceitos intelectuais vinculados a reações químicas.

A primeira questão se objetivou em saber se os alunos conseguiram aplicar a teoria vista em sala de aula sobre o assunto de reações químicas na atividade de RP, e pedido para que justificassem.

No quadro 6, segue as respostas mais relevantes dos alunos.

Quadro 6 - Respostas da 1ª pergunta do Questionário 2

Aluno	Resposta
A2	<i>“Sim, pois com a areia conseguimos abafar o fogo retirando seu comburente”</i>
A3	<i>“Sim, pois usamos o bicarbonato com o fogo. Reagindo, gerando assim o dióxido de carbono.”</i>
A6	<i>“Sim, basta você interpretar o acontecido e resolver de forma adequada e explicando quimicamente e apagar o fogo, então usamos a areia e o lençol molhado”</i>
A8	<i>“Sim, em fechar a janela e usar a caixa de areia do gato para abafar o fogo e ele não ser mais alimentado com o oxigênio.”</i>
A10	<i>“Sim, com a areia nós tiramos o oxigênio que é o combustível do fogo.”</i>
A11	<i>“Sim, falamos a questão do oxigênio na sala, da mesma forma que teve na questão, apagar o fogo com areia, a areia abafa o oxigênio, ao contrário da água que pioraria porque tem eletricidade e não pode usar.”</i>

Fonte: A autora (2023).

Vê-se que o aluno A11 estabelece ligação com os conhecimentos anteriormente discutidos em sala de aula. Pela taxonomia de Bloom, percebe-se que ele a ação de “lembrar” dos preceitos ensinados na solução do problema. Interpretando e considerando outros elementos no contexto, associando outras propriedades e avaliando os riscos para elaborar uma solução mais viável.

Os demais alunos, também, fundamentaram suas respostas com base no papel do oxigênio na manutenção da chama e de que formas poderiam reduzir ou eliminar sua presença para auxiliar na extinção do fogo.

A segunda questão teve como objetivo avaliar a capacidade dos alunos em mobilizar o nível simbólico de conhecimento. Nesse sentido foi solicitado que eles representassem a situação do problema por meio de fórmulas químicas e equações químicas

Os alunos atenderam a demanda solicitada produzindo desenhos (representações pictográficas) de como imaginavam a cena descrita no problema. Contudo nenhum deles mobilizou equações químicas ou outras representações pautadas na linguagem específica da química para atender à solicitação. Mesmo os alunos do grupo G1, que propuseram um experimento para investigar os efeitos e testar suas hipóteses no decorrer da RP, não a representaram pictograficamente em atendimento a esta demanda.

Os alunos que não desenharam o problema optaram por descrever verbalmente a justificativa a escolha do método proposto para a solução. No Quadro 7 resume essas explicações.

Quadro 7 - Respostas da 2ª pergunta do Questionário 2

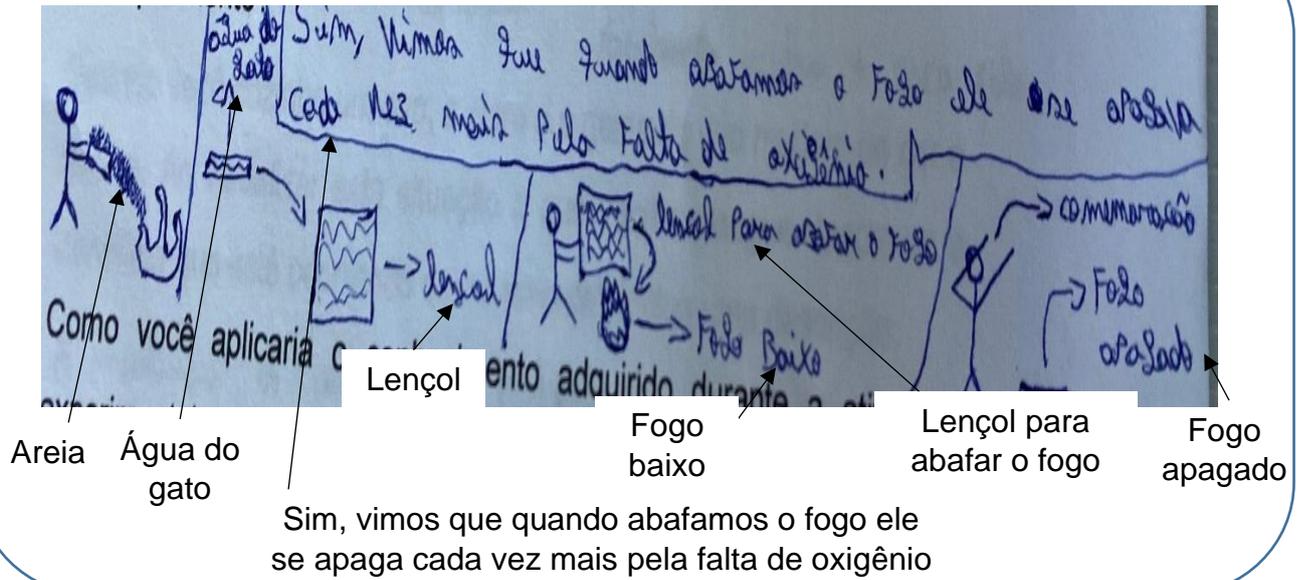
Aluno	Resposta
A6	<i>“Sim, você teria que fechar as janelas para que o oxigênio não entrasse no quarto, logo em seguida, você pegaria a cortina e abafava o fogo com a areia.”</i>
A12	<i>“Vimos uma questão onde um cômodo estava pegando fogo, e tinha uns itens disponíveis, ela não poderia usar a maioria deles a não ser a caixa de areia, que iria abafar o fogo.”</i>

Fonte: A autora (2023).

Mesmo não conseguindo atingir o nível simbólico desejado para essa definição de representação, os alunos contemplaram os níveis macroscópico e submicroscópico do conhecimento em suas explicações. Isso se deve ao fato de que, ao elaborarem suas respostas, eles formam vínculos com o conhecimento que aprenderam e conseguiram construir uma explicação. Como resultado, considerando-se as habilidades descritas pela taxonomia de Bloom, o nível cognitivo dos estudantes apresentou evolução no decorrer da atividade. Atribuímos esse avanço ao processo reflexivo ocorrido no decorrer da RP e posterior a ela, quando o professor convidou os mesmos a analisarem suas escolhas.

Alguns alunos, no entanto, decidiram justificar a solução proposta ao problema através de desenhos. Observamos que os mesmos conseguiram ilustrar o contexto do problema e pensar as ações que remetem ao enfrentamento do desafio em um único quadro. E apesar de não terem representado a equação química envolvida, elaboraram uma representação simbólica fidedigna a situação.

Figura 3 – Representação do aluno A2 em resposta à pergunta 2ª do questionário 2



Fonte: Produção dos alunos (2023).

Por fim, foram realizados mais questionamentos 3 e 4, cada qual com um objetivo distintos.

Quadro 8 - Perguntas 3 e 4 do questionário 2

Questão	Pergunta
3.	Como você aplicaria o conhecimento adquirido durante a atividade em situações cotidianas? Justifique.
4.	Durante a atividade, você teve dificuldade em interpretar os resultados obtidos? Justifique.

Fonte: A autora (2023).

O primeiro (questão 3) foi elaborado para verificar se os alunos conseguiriam se lembrar de conceitos chave mobilizados no problema para resolver outros problemas em contextos cotidianos. O segundo (questão 4) foi elaborado para verificar se os alunos tiveram dificuldade em explicar e elaborar conclusões a respeito do que aprendeu na atividade de RP.

No Quadro 9 se encontra as respostas mais relevantes das questões 3 e 4.

Quadro 9 - Respostas da 3ª e 4ª perguntas do questionário 2

Aluno	Questão	Resposta
A2	3	<i>“Em uma fogueira caso queira apaga-la e não tenha água.”</i>
A6	3	<i>“Em situações de que você estiver numa cozinha fazendo comida e algo pegar fogo, só jogar o Bicarbonato de sódio.”</i>
A5	4	<i>“Não. Porque quando eu vi os materiais já tive ideias do que usar e do que não usar.”</i>
A10	4	<i>“Não, eu sou um grande fã de filmes e eles “fazem” muito isso.”</i>

Fonte: A autora (2023).

Destes alunos, quatro não defenderam as suas respostas e responderam “sim” ou “não”. Acredito que a falta de justificativa por parte desses alunos possa estar relacionada ao horário do fim da aula, quando eles ficam agitados para sair e ir almoçar.

Por outro lado, sete alunos apresentaram respostas justificadas. Os alunos A2 e A6 mencionaram circunstâncias onde a areia pode ser usada para extinguir fogueiras em acampamentos ou o uso do bicarbonato de sódio em acidentes de cozinha na terceira questão. Isso indica que eles conseguiram relatar suas experiências pessoais.

Todos os alunos responderam que não tiveram dificuldade em realizar a tarefa planejada nas respostas à quarta questão. Defenderam a ação alegando que era simples e que, ao ler e compreender a situação problema, já sabiam o que esperar dos resultados.

Na quinta questão, cujo objetivo era examinar o nível macroscópico dos alunos na situação problema proposta, afirmaram que seriam capazes de determinar o que estava acontecendo no cenário especificado. Pois notaram características visuais como fumaça, cheiro de queimado e faíscas do cabo da lâmpada. Como resultado, podemos inferir que, no nível macroscópico, todos os alunos tiveram um desempenho admirável nesta questão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados desta pesquisa, fica claro que a abordagem da RP é um poderoso instrumento pedagógico que auxilia o processo de ensino e aprendizagem dos alunos, que deve ser o foco principal do processo.

A motivação para este trabalho veio de minhas observações pessoais dos estágios docentes. Havia uma clara desconexão entre teoria e prática, resultando em dificuldade de compreensão de eventos químicos em sala de aula. É fundamental que a educação esteja ligada à vida cotidiana dos alunos, pois o ensino que está ligado à vida dos alunos pode ser mais significativo do que apenas apresentar o conteúdo.

Uma atividade da RP envolve os alunos no exame independente do conhecimento, com problemas contextualizados e relevantes que promovem a motivação e o interesse no processo de aprendizagem. Além disso, os alunos são incentivados a explorar diversas fontes de conhecimento, colaborar entre si e aplicar habilidades criativas e críticas da RP, buscando conhecimentos predeterminados para gerar e produzir ideias e soluções originais.

Os alunos foram capazes de apreciar os processos subjacentes à atividade quando vistos da perspectiva de Johnstone, pois conseguiram identificar o problema fundamental, dividi-lo em partes, ligá-lo ao assunto dado na sala de aula e fornecer uma solução para o problema.

Observa-se que não só os processos cognitivos demandados na solução do problema, mas igualmente as atividades reflexivas mediadas pelo professor para compor justificativas ao porquê das escolhas auxiliaram aos alunos a avançar em termos das habilidades descritas na taxonomia de Bloom, das mais simples as mais complexas. À medida que progrediam na hierarquia, os alunos desenvolviam a capacidade de “compreender” conceitos e princípios, bem como de interpretar e expressar informações com as suas próprias palavras.

A problematização investigativa proposta demonstrou a compreensão dos alunos sobre a matéria ministrada em sala de aula. Apesar de alguns grupos terem dificuldade em identificar-se com equações químicas e confundirem terminologias

específicas, o exercício de aprendizagem baseada em problemas pode ajudar os alunos a compreender ideias de reações químicas, despertando o seu interesse pelo tema. Isto permite que os alunos construam o seu próprio conhecimento, que podem depois aplicar na sua vida cotidiana para preencher a lacuna entre o que foi aprendido em sala de aula e as partes práticas das suas rotinas diárias.

REFERÊNCIAS

ALBANO, Wladimyr Mattos et al. Principais dificuldades apontadas no Ensino-Aprendizagem de Química para o Ensino médio: revisão sistemática. 2023.

ALBERGARIA, Mayara Bezerra de. Caracterização das principais dificuldades de aprendizagem em química de alunos da 1 série do ensino médio. 2015.

APPOLINÁRIO, Fábio. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. Thomson, 2006.

ATKINS, Peter; JONES, Loretta. **Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**. 5 Ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2012.

BATINGA, Verônica Tavares Santos. Transformando questões sobre soluções de livros didáticos de química aprovados no PNL D 2018 em problemas do tipo escolar. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021.

BATINGA, Verônica Tavares Santos; TEIXEIRA, Francimar Martins. A Abordagem de Resolução de Problemas por uma professora de Química: análise de um problema sobre a Combustão do Álcool envolvendo o conteúdo de Estequiometria. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2014.

BLOOM, B. S. et al. Taxonomy of educational objectives. New York: David Mckay, 1956. 262 p. (v. 1)

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 fev. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm#art3 Acesso em: 02 abr. 2023.

DA SILVA COSTA, Heloiza Helena; SALES, Amanda Maria Vieira Mendes; BATINGA, Verônica Tavares Santos. Transformando questões sobre soluções de livros didáticos de química aprovados no PNL D 2018 em problemas do tipo escolar. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 2, 2021.

DE AZEVEDO RIBEIRO, Daniel das Chagas; PASSOS, Camila Greff; SALGADO, Tania Denise Miskinis. A resolução de problemas no Ensino de Ciências em diferentes etapas e modalidades da educação básica: uma revisão bibliográfica. **Revista Thema**, v. 19, n. 2, p. 308-324, 2021.

DE FIGUEIRÊDO, Maria do Amparo Caetano et al. Metodologia de Oficina Pedagógica: Uma Experiência de Extensão com crianças e adolescentes. **Rev Eletro Ext Cid**, v. 2, p. 1-12, 2006.

DE LIMA, José Ossian Gadelha; LEITE, Luciana Rodrigues. O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 72-85, 2012.

DE SOUZA ORTIZ, José Oxlei; DORNELES, Aline Machado. Uso da taxonomia de Bloom digital gamificada em atividades coletivas no ensino de química: reflexões teóricas e possibilidades. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 2, n. 2, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. Cortez, 2002.

FARY, Bruna Adriane et al. Modos de (re) pensar a experimentação e seus ensinios. **Revista Valore**, v. 6, p. 263-276, 2021.

FERREIRA, Filipe; HENRIQUES-COELHO, Tiago. Aprendizagem baseada na resolução de problemas: impacto no desenvolvimento do pensamento crítico. **Revista Lusófona de Educação**, n. 32, p. 123-137, 2016.

FRANCISCO JR, Wilmo E.; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química nova na Escola**, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. **A importância do ato de ler**, v. 44, 1987.

GALHARDI, Antonio César Azevedo; MACORIN, Marília. Avaliações de aprendizagem: o uso da taxonomia de Bloom. 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

JOHNSTONE, Alex H. Macro and microchemistry. **Chemistry in Britain**, v. 18, n. 6, p. 409-410, 1982.

KERMEN, Isabelle; MÉHEUT, Martine. Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 10, n. 1, p. 24-34, 2009.

LEITE, Laurinda; AFONSO, Ana Sofia. Aprendizagem baseada na resolução de problemas: Características, organização e supervisão. 2001.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. Fundamentos para a aplicação no Ensino médio e na Formação de Professores. **Aprendizagem Baseada em Problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**, p. 47-74, 2019.

PRIBERAM INFORMÁTICA, S.A. **interconvertido**. Disponível em: <<https://dicionario.priberam.org/interconvertido#:~:text=verbo%20transitivo%20e%20pronominal,duas%20coisas%20se%20convertem%20reciprocamente.>>. Acesso em: 28 set. 2023.

ROTSSEN, Wilson; SILVA, Maria Dulcimar; DINIZ, Victor. O uso da experimentação como proposta para o ensino de reações químicas. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 15, n. 27, 2018.

SILVA, Elizete Terezinha da. **Resolução de problemas no ensino de ciências baseada em uma abordagem investigativa**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SIMOMUKAY, Elton. A Taxonomia De Bloom Nas Aulas Experimentais De Química: Uma Estratégia Viável Para A Avaliação De Objetivos No Planejamento Do Ensino De Química. **Revista Faz Ciência**, v. 17, n. 26, p. 117-117, 2015.

WARTHA, Edson José; DE BRITO REZENDE, Daisy. Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 275-290, 2011.

WU, Hsin-Kai; KRAJCIK, Joseph S.; SOLOWAY, Elliot. Promoting understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.

APÊNDICE A**QUESTIONÁRIO ANTES DA APLICAÇÃO RP****ALUNO:** _____.**SÉRIE:** _____.

1. O que é uma reação química?
2. Em quais situações do seu dia a dia você consegue identificar reações químicas?
3. Quando você cozinha um ovo, a clara e a gema do ovo mudam de cor e textura. Ao visualizar esta situação o que você consegue descrever e identificar que está ocorrendo quimicamente? Inclua uma descrição.
4. Quando você queima um fósforo, o fósforo reage com o oxigênio do ar para formar dióxido de fósforo e água. Ao visualizar esta situação o que você consegue descrever e identificar que está ocorrendo quimicamente? Inclua uma descrição.
5. Quando você mistura bicarbonato de sódio e vinagre, ocorre uma reação química que produz gás carbônico. Ao visualizar esta situação o que você consegue descrever e identificar que está ocorrendo quimicamente? Inclua uma descrição.

APÊNDICE B**QUESTIONÁRIO PÓS APLICAÇÃO RP****ALUNO:** _____.**SÉRIE:** _____.

- 1 Durante a atividade, você conseguiu aplicar a teoria de reações químicas aprendida em sala de aula para resolver o problema proposto? Justifique.

- 2 Consegue fazer uma representação do ocorrido na situação problema proposta em aula?

- 3 Como você aplicaria o conhecimento adquirido durante a atividade em situações cotidianas? Justifique.

- 4 Durante a atividade, você teve dificuldade em interpretar os resultados obtidos? Justifique.

- 5 Ao analisar a situação problema, quando você entra no quarto o que você vê, ouve, cheira, sente? Você consegue identificar quais são as partículas que estão queimando? Como essas partículas estão se comportando? O que está causando o fogo?

APÊNDICE C

ATIVIDADE BASEADA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMA

REAÇÕES QUÍMICAS

CONCEITOS ABORDADOS:

- Reações Químicas
- Combustão

Antes de apresentar a situação problema, será apresentado como contextualização as seguintes matérias:

- Explosão em Beirute

<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2020/08/04/explosao-em-beirute-o-que-sabe-e-o-que-falta-saber.ghtml>

<https://youtube.com/shorts/G7vK7OQes20?feature=share>

- Incêndios e gases tóxicos

<https://metsul.com/chuva-pode-ter-causado-grande-incendio-quimico-em-santa-catarina/>

- Episódio da série Station 19 – Série (S1:E1 Stuck – 12:00 – 17:00)

<https://starplus.com/series/station-19/3de52zcRJZGt?sharesource=iOS>

ATIVIDADE

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Maria se encontra em uma situação desagradável, ao entrar no banho tinha deixado a luz do abajur acesa, que estava com o cabo descascado e umas velas aromatizantes em volta, porém esqueceu a janela aberta. Ao sair do banheiro nota um cheiro de “queimado” e logo em seguida identifica fumaça pelo quarto, então se depara com a cortina pegando fogo e rapidamente vê o fogo se espalhando, antes que o fogo se espalhe por todo o quarto, ela precisa pensar rápido para resolver a situação, olha em volta e observa alguns materiais.

Qual seria a melhor maneira de apagar esse fogo?

ATENÇÃO: Não tem extintor de incêndio em casa.

MATÉRIAS A DISPOSIÇÃO:

- Lenços no criado mudo ao lado da cama
- Óleo essencial
- Caixa de Areia do gato
- Acetona
- Bacia de água para o gato
- Kit de Química para aula, contendo:
 - Magnésio
 - Solução aquosas de sulfato de alumínio
 - Ácido Sulfúrico
 - Hidrato de Alumínio
 - Bicarbonato de sódio
 - Béquer
 - Bastão de vidro

APÊNDICE D
OFICINA PEDAGÓGICA

Tema: Reações Químicas		
Público-alvo: Alunos do 1º e 2º ano do ensino médio	Etapas: 4	Duração: 4 aulas de 50 minutos cada
OBJETIVO		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar e categorizar os signos mobilizadas para representar quimicamente a reação através da equação química e seus componentes. 2. Ler e utilizar as representações químicas para compreender a transformação através dos modelos e outros aspectos submicroscópicos do conhecimento. 3. Aplicar os conceitos na compreensão do fenômeno reação química e nas propriedades de reagentes e produtos envolvidos e a interpretar situações presentes no dia a dia. 		
BIBLIOGRAFIAS		
ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2012		
DESENVOLVIMENTO		
Etapa 1	Aplicação do primeiro questionário para avaliar o nível de conhecimento químico prévio dos alunos.	
Etapa 2	Apresentação do conteúdo de Reações Químicas abordando definições, classificações, representações simbólicas e curiosidades envolvendo o cotidiano.	
Etapa 3	Aplicação da atividade de Resolução de Problema Discussão aberta sobre a situação problema	
Etapa 4	Aplicação do segundo questionário para identificar, descrever e categorizar as habilidades desenvolvidas pelos alunos durante a realização do método de resolução de problemas.	
AValiação		
Os alunos serão avaliados pela participação na atividade, pelo conhecimento adquirido sobre as reações químicas e pela capacidade de aplicar o conhecimento na situação problema proposta.		