



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

MARIA EDUARDA GOMES MACIEL

**USO DE SITUAÇÃO PROBLEMA PARA A CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL
EM UM CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA**

Caruaru
2023

MARIA EDUARDA GOMES MACIEL

**USO DE SITUAÇÃO PROBLEMA PARA A CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL
EM UM CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA**

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 licenciada em Química.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientador (a): Dra. Ariane Carla Campos de Melo

Caruaru

2023

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

Maciel, Maria Eduarda Gomes.

USO DE SITUAÇÃO PROBLEMA PARA A CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO
INICIAL EM UM CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA / Maria Eduarda
Gomes Maciel. - Caruaru, 2023.

71 p., tab.

Orientador(a): Ariane Carla Campos de Melo
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2023.

1. ensino de química. 2. resolução de problemas. 3. metodologia ativa. 4.
formação docente inicial. 5. construção e elaboração do conhecimento. I. Melo,
Ariane Carla Campos de. (Orientação). II. Título.

370 CDD (22.ed.)

MARIA EDUARDA GOMES MACIEL

**USO DE SITUAÇÃO PROBLEMA PARA A CONSTRUÇÃO DE PERFIL
CONCEITUAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FORMAÇÃO INICIAL EM
UM CURSO DE QUÍMICA-LICENCIATURA**

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 licenciada em Química.

Aprovada em: 26/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Ariane Carla Campos de Melo (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof^ª. Dr. Fernando Cruvinel Damasceno (Examinador Externo)
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

AGRADECIMENTOS

Escrevo esses agradecimentos ao finalizar esse trabalho. Um misto de sensações e emoções perpassam em minha mente, relembrando os momentos e experiências vividas durante esses cinco anos de graduação que pareceram passar tão rápido (ou não).

Agradeço a minha mãe e pai por todo o amor que me dão, por me criarem tão bem e me proporcionarem a melhor educação que eu poderia ter e por investirem nela, ao cursar essa graduação percebi o quão importante é o poder da educação em nossas vidas.

Ao meu orgulho, minha irmã Bruna, por ser essa pessoa que me inspira e pela qual tenho tanta admiração, por sempre cuidar de mim, quero ser igual a você quando crescer.

À minha família. À vovó, queria que você estivesse aqui.

Aos meus amigos, em especial, a Fabrícia e Stefpany, obrigada por todos esses anos de amizade, pelos risos e conversas, pela ajuda e companheirismo, vocês não sabem o quanto me fazem bem.

As amizades feitas durante o curso. A minha duplinha de curso, Rafa. Não sei se o meu agradecimento vai ficar tão bom quanto o seu. Acredito que nossos caminhos tinham que se entrelaçar, foram tantos momentos vividos (dentro e fora da faculdade), tantos surtos mas sempre estávamos incentivando uma outra, tantas conversas, tantas risadas. Por ser minha duplinha de laboratório, pelas listas e estudos compartilhados, pelas ajudas, em especial, por me ajudar a terminar esse trabalho, por estar sempre presente, por ter se tornado família, faltam palavras para te agradecer. A Fernando, por ser tão paciente e sempre me fazer rir. A Alissa, pelas conversas e momentos compartilhados ao longo desses anos. A Ju, por todo o carinho. A Juci, pela sua energia que contagia.

Aos professores que contribuíram para a minha formação, com carinho a Ayron, aprendi tanto com os seus ensinamentos, obrigada por ter me ajudado durante a graduação.

À minha orientadora Ariane, por ter me aceitado sem me conhecer. Obrigada por todo o suporte, atenção, por ser tão solícita, pelos elogios e puxões, pelas partilhas, por ter acreditado em mim, por me fazer enxergar um mundo de possibilidades, no final, deu certo. Te desejo muitos artigos, cerâmica e perfumes, de sua filha científica.

A Deus.

Ninguém por perto, o silêncio no deserto
Deserta highway
Estamos sós e nenhum de nós
Sabe exatamente onde vai parar
Mas não precisamos saber pra onde vamos
Nós só precisamos ir
Não queremos ter o que não temos
Nós só queremos viver
Sem motivos, nem objetivos
Estamos vivos e isso é tudo
É sobretudo a lei da infinita highway
(GESSINGER, 1987).

RESUMO

As metodologias ativas estão sendo utilizadas como alternativa aos métodos tradicionais de ensino. O interesse, nesse caso, centra-se no processo de aprendizagem do aluno, colocando-o como ativo no processo de construção do seu conhecimento. Nesse sentido, a Resolução de Problemas (RP) pode ser um instrumento para aprimorar a mediação do conhecimento no ensino de química por professores em formação inicial. Adicionalmente, se faz necessário compreender a partir de que situações didáticas (ou de que processos cognitivos) esse avanço é possibilitado. A RP estimula o desenvolvimento de habilidades tais como a de interpretar o problema e definir o que se deseja conhecer, elencar os conhecimentos relevantes, organizá-los e significá-los no contexto do problema, levantar hipóteses para a resolução, articular conceitos e executar procedimentos de maneira adequada na busca da solução, como também interpretar os resultados orientando uma tomada de posição. Seu potencial transcende a construção do conhecimento ao possibilitar uma articulação entre a teoria e situações, principalmente por oportunizar a aprendizagem significativa seja ao formular hipóteses e/ou ao utilizar de conhecimentos construídos previamente para solucionar o problema. Acerca desse trabalho, objetivou-se analisar a construção do conhecimento por licenciandos em formação inicial através do uso da RP como uma metodologia ativa. Especificamente, buscou-se identificar as contribuições da utilização da estratégia de Resolução de Problemas no ensino de conceitos de reações químicas relacionados aos elementos representativos da tabela periódica de forma contextualizada. A ação foi aplicada a discentes de Química do quarto, quinto e sétimo período de uma universidade pública do agreste pernambucano. Diante dos resultados analisados e discutidos, foi perceptível inferir os benefícios do uso da RP como alternativa alinhada as metodologias ativas no ensino superior como forma de favorecer o aprendizado. Com as respostas fornecidas, identificou-se que os discentes articularam seus conhecimentos prévios e utilizaram-se da elaboração de ideias e atitudes, mobilizando assim os seus saberes para a resolução do problema. Adicionalmente, o uso da RP promoveu o desenvolvimento de suas capacidades e conhecimentos ao estimular a formulação de hipóteses, além do senso crítico e reflexivo necessários a professores de química em formação inicial. Os futuros docentes demonstraram interesse em solucionar o problema, ou seja, mobilizando os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em um diálogo entre o que os estudantes já traziam em sua estrutura cognitiva e os novos elementos apresentados proporcionando uma aprendizagem significativa. Metodologias ativas são portanto abordagens possíveis de serem

usadas no ensino superior e contribui significativamente na formação inicial docente ao articular a teoria e a prática.

Palavras-chave: ensino de química; resolução de problemas; metodologia ativa; formação docente inicial; construção e elaboração do conhecimento.

ABSTRACT

Active learning methodologies are being used as an alternative to traditional teaching methods. In this case, the focus is on the student's learning process, placing them as an active participant in the construction of their knowledge. In this sense, Problem-Solving (PS) can be a tool to enhance knowledge mediation in the teaching of chemistry for teachers in initial training. Additionally, it is necessary to understand from which didactic situations (or cognitive processes) this advancement is made possible. PS stimulates the development of skills such as interpreting the problem and defining what one wants to know, listing relevant knowledge, organizing and giving meaning to them in the context of the problem, formulating hypotheses for resolution, connecting concepts, and executing procedures appropriately in the quest for a solution, as well as interpreting the results to guide a decision-making process. Its potential goes beyond knowledge construction by facilitating a connection between theory and real-life situations, especially by promoting meaningful learning, whether by formulating hypotheses and/or by using previously constructed knowledge to solve the problem. Regarding this study, the aim was to analyze knowledge construction by pre-service teachers through the use of active learning methodologies, specifically by identifying the contributions of using the Problem-Solving strategy in teaching concepts of chemical reactions related to the representative elements of the periodic table in a contextualized manner. The action was applied to Chemistry students in the fourth, fifth, and seventh semesters of a public university in the Agreste region of Pernambuco. Based on the results analyzed and discussed, it was evident that the benefits of using active learning methodologies, such as Problem-Solving, as an alternative aligned with active methodologies in higher education were significant in promoting learning. The students demonstrated the integration of their prior knowledge and engaged in the development of ideas and attitudes, thus mobilizing their knowledge for problem-solving. Additionally, the use of Problem-Solving fostered the development of their abilities and knowledge by promoting the formulation of hypotheses, as well as the critical and reflective thinking necessary for pre-service chemistry teachers. The future educators showed an interest in problem-solving, mobilizing conceptual, procedural, and attitudinal content in a dialogue between what students already had in their cognitive structure and the new elements presented, providing meaningful learning. Active learning methodologies are, therefore, viable approaches in higher education and significantly contribute to the initial teacher training by connecting theory and practice.

Keywords: teaching of Chemistry; problem-solving; active learning methodologies; initial teacher training; knowledge construction and knowledge elaboration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Triplete químico proposto por Johnstone para representar os níveis do conhecimento químico	22
Figura 2 –	Aspecto dos três níveis de conhecimento	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Categorização das respostas da questão um da situação problema classificadas em satisfatória.	33
Tabela 2 –	Categorização das respostas da questão um da situação problema classificadas em parcialmente satisfatória.	34
Tabela 3 –	Categorização das respostas da questão um da situação problema classificadas em insatisfatória.	41
Tabela 4 –	Categorização das respostas da questão dois da situação problema classificadas em satisfatória.	47
Tabela 5 –	Categorização das respostas da questão dois da situação problema classificadas em parcialmente satisfatória.	53
Tabela 6 –	Categorização das respostas da questão dois da situação problema classificadas em insatisfatória.	54
Tabela 7 –	Categorização das respostas da questão três da situação problema classificadas em satisfatória.	57
Tabela 8 –	Categorização das respostas da questão três da situação problema classificadas em parcialmente satisfatória.	62
Tabela 9 –	Categorização das respostas da questão três da situação problema classificadas em insatisfatória.	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A1	Aluno número 1 (enumeração de 1 a 50)
ABP	Aprendizagem Baseada em Problema
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
PBL	Problem Based Learning
RP	Resolução de Problemas
SP	Situação Problema
P4	Quarto período
P5	Quinto período
P7	Sétimo período
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO	17
3.1.1	<i>RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS</i>	18
3.1.2	<i>Tipos de problemas</i>	19
3.2	FORMAÇÃO DOCENTE INICIAL EM QUÍMICA	20
3.3	CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA E FORMAÇÃO DOCENTE INICIAL.....	22
4	METODOLOGIA	28
4.1	CARACTERIZAÇÃO SOBRE A NATUREZA DA PESQUISA	28
4.1.1	<i>Básica</i>	28
4.2	QUANTO À ABORDAGEM.....	29
4.2.1	<i>Pesquisa qualitativa</i>	29
4.3	QUANTO AOS OBJETIVOS.....	29
4.3.1	<i>Pesquisa exploratória</i>	29
4.4	QUANTO AOS PROCEDIMENTOS	29
4.4.1	<i>Estudo de caso</i>	29
4.5	DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO	30
4.6	COLETA DE DADOS	30
4.6.1	<i>Resolução de Problemas</i>	30
4.7	INSTRUMENTOS DE ANÁLISES DE DADOS.....	31
4.7.1	<i>Análises de Dados</i>	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1	ANÁLISE DAS RESPOSTAS MEDIANTE A SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	67

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento químico é importante na formação do cidadão para atuar em sociedade para que esse possa compreender o ambiente que o cerca. Sendo assim, o ensino de química propicia a “construção do pensamento químico e de (re)elaborações de visões de mundo” pelos sujeitos (Machado; Mortimer, 2007, p.24). Entretanto, em muitas situações a mera utilização do método tradicional de ensino fundamentado na recepção, transmissão e reprodução de conhecimentos, por meio de memorização e repetição sem se importar com a aquisição do conhecimento pelo indivíduo não contribui em nada com as vantagens e potencialidades científicas, reflexivas e críticas oferecidas ao ensinar química (Ribeiro, 2008).

Diante desse cenário, as metodologias ativas podem ser vistas como possibilidade de mudar essa realidade na educação básica e superior. Por exemplo, ao utilizar a estratégia de resolução de problemas (RP) no ensino de química, pode-se desenvolver a mobilização de saberes ao desencadear a reflexão, investigação e experiência diante do problema proposto para elucidar caminhos à resolução, sendo favorecida a construção do processo de ensino e aprendizagem sólido por meio de questionamentos. Essa abordagem concede ao aluno o papel ativo no processo de apropriação do conhecimento, ao mesmo tempo que reconhece o professor como um articulador entre os conceitos científicos e o contexto vivenciado pelos estudantes (Borges; Goi, 2021; Medeiros, Goi, 2018).

O ambiente da sala de aula proporciona e oportuniza a elaboração de significados, pois é um lugar social compartilhado por diversos sujeitos (Mortimer; Quadros, 2018). Trata-se de um espaço heterogêneo, logo, é preciso se atentar as distintas práticas pedagógicas exercidas pelos docentes, já que professores são conhecidos como o mediador das etapas da construção dos conhecimentos formulados pelos alunos (Schnetzler; Aragão, 1995).

Nesse sentido, esse trabalho pretende investigar a construção de conhecimento de docentes em formação inicial constituída em uma situação gerada a partir de uma abordagem de Aprendizagem Baseada em Problema (ABP), mais especificamente a RP. O emprego dessa metodologia no ensino superior pode contribuir no processo de formação de conceitos e aprendizagem. Além disso, pode permitir que esses professores em formação inicial depois utilizem em suas aulas as chamadas metodologia ativa (Cruz, 2016).

Perante a isso, justifica-se a realização desse trabalho devido a relevância e contribuições que a RP fornece ao ensino de química, sendo uma ferramenta que possibilita ao

docente compreender as diferentes atribuições de significados elaboradas pelos seus alunos. O seu uso viabiliza conhecer o percurso da formação do processo de ensino aprendizagem. É importante destacar que, a RP configura-se como uma prática pedagógica ativa que pode ser utilizada também por docentes no ensino superior.

A forma da construção da elaboração conceitual é inerente a cada indivíduo. Diante disso, essa pesquisa é conduzida pelo seguinte objetivo geral: analisar como ocorre a construção do conhecimento por professores de química em formação inicial e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem através do método de RP.

Mediante essa pesquisa, foi possível observar e compreender o processo de construção e atribuição dos significados de conceitos científicos diante da heterogeneidade do pensamento e da linguagem em um ambiente que se faz uso da utilização da resolução de problemas. Buscou-se contribuir no processo educativo dos docentes em formação inicial, ao analisar a construção do conhecimento químico alicerçado a um efetivo processo de ensino-aprendizagem. Ao salientar que esses professores irão atuar posteriormente em sala de aula e faz-se necessário a utilização desses conceitos aprendidos durante a sua formação para a consolidação da educação científica.

Este presente Trabalho de Conclusão de Curso é constituído por sete capítulos e está estruturado da seguinte forma. No segundo capítulo, os objetivos são apresentados. No terceiro capítulo, têm-se uma breve apresentação do referencial teórico aonde aborda-se as principais contribuições quanto as metodologias ativas de ensino, seus fundamentos e implicações para o ensino de química, e os motivos de se utilizar dessa estratégia, além de aspectos gerais relativos à formação inicial de professores em química, e por fim os conceitos básicos de reações químicas são discutidos. No quarto capítulo, buscou-se caracterizar a metodologia adotada nesta pesquisa, descrevendo as questões metodológicas acerca dos sujeitos participantes e o campo da pesquisa, análise e coleta de dados. No quinto capítulo, apresenta-se os resultados e discussão referente aos dados obtidos e coletados mediante a situação problema aplicada no ensino superior. Finalmente, o sexto capítulo é descrito acerca das considerações finais obtidas com a temática proposta, suas contribuições e perspectiva para a construção do conhecimento mediante uma situação problema na formação inicial de professores.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Analisar como ocorre a construção do conhecimento por professores de química em formação inicial e suas contribuições no processo de ensino-aprendizagem através da metodologia ativa de RP.

2.2 Objetivos Específicos

- Compreender como os conceitos químicos são apropriados por discentes do curso de Química mediante o uso de uma situação problema.
- Avaliar as contribuições do uso da RP como metodologia ativa na formação inicial de professores de química através da aprendizagem baseada em problemas.
- Analisar especificamente a atribuição de significados referentes às normas de segurança e dos conhecimentos relativos à química dos elementos dos blocos “s” e “p” da tabela periódica, ministrados em aulas de química inorgânica 1, química inorgânica 2 e laboratório de química inorgânica por uma abordagem investigativa.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO

Nessa parte será tecida considerações acerca das estratégias ativas e suas contribuições para a aprendizagem de conceitos científicos. Particularmente, será apresentada as potencialidades do método de resolução de problemas e suas atribuições na educação que é a base da ação investigada nesta pesquisa.

O modelo tradicional de ensino consiste no método de transmissão de conhecimento através de aulas expositivas, tendo o docente como papel central e o aluno sendo apenas um mero receptor de informações acerca de dado conteúdo. Este modelo implica com que o aluno perca o interesse e a motivação pela disciplina, e conseqüentemente de aprender a matéria em questão (Daros,2018; Schnetzler; Aragão,1995).

Diante das modificações na sociedade, é fundamental ter um conhecimento químico efetivo para que o sujeito compreenda e entenda o espaço em que vive (Rosa; Schnetzler, 1998). Contudo, o ensino de química no ensino básico e superior ainda está em consonância com o modelo transmissivo e sistemático de conhecimento, sendo assim os estudantes não desenvolvem o pensamento crítico e reflexivo mesmo com o advento da tecnologia e conseqüentemente das metodologias ativas de ensino.

Posto isso, uma alternativa para que o ensino tradicional possa ser modificado, é inovando no ensino. Desse modo, pode-se utilizar das metodologias ativas que promovem os estudantes e professores ao papel central do seu próprio processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma aprendizagem significativa ao aluno (Filatro; Cavalcanti,2018).

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018), metodologias ativas podem ser definidas como estratégias, técnicas, abordagens e perspectivas de aprendizagem tanto individual como coletiva, com o objetivo de promover a reflexão e tornar os estudantes sujeitos ativos na construção do próprio conhecimento por meio de projetos ou ações práticas. Ademais, as metodologias ativas proporcionam ao discente ser o protagonista na sua aquisição de conhecimento por meio da sua colaboração, participação e reflexão no próprio processo de ensino e aprendizagem através dessa ferramenta (Camargo,2018; Moran,2018).

Dessa forma, metodologias ativas podem ser compreendidas como uma abordagem pedagógica ativa que leva em consideração o contexto e as experiências vivenciadas pelo estudante como forma de fomentar a interação e um processo de ensino aprendizagem efetivo.

Perante as diversas contribuições que podem ser desenvolvidas nos docentes e discentes por meio da metodologia ativa, estratégias foram criadas, podendo ser diferenciadas pelos

procedimentos e objetivos característicos de cada uma, como exemplo, a Aprendizagem Baseada em Problemas já mencionada, a Aprendizagem baseada em projetos, Instrução por pares, “Brainstorming”, Estudo de Caso, Rotação por estações, “Storytelling”, entre outras (Filatro; Cavalcanti,2018).

De acordo com Bonwell e Eison (apud Filatro e Cavalcanti,2018, p.31), as metodologias ativas são formadas pela ação e reflexão. Ou seja, compreende-se o aluno como um sujeito ativo ao participar e refletir sobre o próprio processo de aprendizagem. Sendo assim, as metodologias ativas podem possibilitam ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades, o seu protagonismo no processo de aprendizagem como também a reflexão e aquisição de novos conhecimentos em contraposição ao ensino tradicional, além disso, torna o professor como mediador do conhecimento e não apenas o detentor (Camargo,2018).

Nesse sentido, identifica-se três princípios que orientam as metodologias ativas, que são o protagonismo do aluno, a ação reflexão e a colaboração. No protagonismo do aluno, o sujeito é ativo e é o principal contribuinte da sua aprendizagem mediante a prática educativa. Na ação-reflexão, a teoria e a prática são associadas pela relação do sujeito com o mundo. Por conseguinte, a colaboração é compreendida como o conhecimento produzido em conjunto com interesse e no processo e resultado do conhecimento (Filatro; Cavalcanti,2018).

3.1.1 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Neste trabalho, utilizou-se a metodologia ativa de Resolução de Problemas (RP). A utilização da metodologia de Resolução de Problemas no ensino de Química pode ser uma ferramenta para possibilitar a relação e articulação dos conteúdos dessa ciência a situações problemas criadas ou reais tanto no ensino básico ou superior, colaborando para desenvolver a construção do conhecimento.

A abordagem de RP é derivada da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP ou ABProb) ou no termo em inglês, Problem Based Learning (PBL), sendo a situação problema essencial para esse método (Cruz; Passos,2017, BorochoVICIUS; Tortilla, 2014). A ABP propicia ao aluno a capacidade de aprender a aprender, pois desencadeia a tomada de decisão, senso crítico e reflexivo, promovendo o aperfeiçoamento conceitual, procedimental e atitudinal do aluno (BorochoVICIUS; Tortilla, 2014). Dessa forma, a RP é utilizada principalmente para compreender a aprendizagem de conceitos por meio da resolução de situações-problemas, já que envolve situações do contexto real por meio do desenvolvimento de habilidades.

Segundo Echeverría e Pozo (1998), problemas podem ser compreendidos como uma situação que apresenta algum tipo de dificuldade e requer o desenvolvimento de habilidades e estratégias para chegar à resolução de forma gradual, construída e não imediata como é nos exercícios. Esses autores salientam que ensinar e resolver problemas não é apenas formular hipóteses, mas também orientar o aluno a criar mecanismos de aprendizagem e exercer a tomada de decisões para encontrar a solução do problema e ser capaz de elucidar problemáticas.

A ABP é estabelecida na contextualização de uma situação problema para estimular e desenvolver o cognitivo do discente por meio de habilidades e hipóteses, consistindo no autoaprendizado dos discentes (Barbosa; Moura,2013). Lopes *et al* (2011 p.1276) afirmam que uma boa situação problema deve “desafiar o aprendiz para agir no intuito de transpor um obstáculo e realizar uma aprendizagem”, para que o discente possa desenvolver habilidades e competências, conseqüentemente, haverá uma consolidação efetiva da construção do conhecimento mediante a indagação do mundo em que vive.

Dessa forma, o processo de aprendizagem do aluno é o foco na ABP e o professor é o mediador desse conhecimento, diferentemente do modelo tradicional de ensino, em que o aluno é meramente um receptor de informações e o professor é unicamente o detentor do conhecimento (Barbosa; Moura,2013).

Mediante o uso de RP, os saberes dos discentes são mobilizados ao se deparar com uma situação diferente, desencadeando e estimulando o desenvolvimento de habilidades e o pensamento crítico para elaborar a solução, sendo um sujeito ativo, características essas imprescindíveis para futuros docentes em química (Batinga,2010).

Diante do exposto, fica explícito que ao utilizar-se das metodologias ativas pela resolução de problemas diversos benefícios podem ser alcançados. Os alunos deixam de ser apenas receptores de conhecimento e informação, e passam a ter uma contribuição significativa na própria construção e elaboração do seu processo de aquisição do conhecimento, tornando esse processo mais fácil e desenvolvendo as características necessárias para ser um cidadão e profissional crítico, reflexivo e colaborativo devido ao caráter dinâmico dessa estratégia e pela troca de informações que acontece quando se utiliza da mesma, fomentando uma formação mútua para o aluno e professor.

3.1.2 Tipos de problemas

Por meio das classificações dos problemas, pode-se elaborar um de acordo com os objetivos e a área a qual se pretende alcançar/investigar. Echeverría e Pozo (1998) elucidam as

classificações dos problemas em função da área específica, dos conteúdos e processos com elementos necessários para a resolução do problema. Os problemas podem ser distinguidos entre dedutivo e indutivo mediante qual caminho o indivíduo irá elaborar para solucionar o problema. Pode-se diferenciar também em relação a o que seria um problema bem definido e mal definido. Um problema bem definido uma solução é elaborada de forma rápida em que esse processo de articulação de habilidades é perceptível, por exemplo, um exercício de matemática. Enquanto um problema mal estruturado, o aluno não é guiado, sendo necessário construir uma mobilização de conhecimento e ideias e em que não é encontrada apenas uma única solução para o problema. Sendo difícil de reconhecer em qual momento a solução para o problema foi formada. Esses autores ainda salientam que mesmo com as diferentes classificações, ainda há habilidades e procedimentos iguais nos problemas, dependendo de como as pessoas elencam essas habilidades/características.

Da mesma forma, Pozo e Crespo (1998) classificam os problemas em qualitativos e quantitativos e pequenas pesquisas que possuem o intuito de inserir o aluno no âmbito científico através da elaboração de ideias e a associação da teoria e prática. Os problemas qualitativos são problemas abertos em que recorre-se a explicação e interpretação para a resolução de forma teórica sem utilizar cálculos ou experimentação. Em contrapartida, os problemas quantitativos são problemas no qual operam o raciocínio matemático. Tendo também as pequenas pesquisas, que pode ser utilizado um trabalho teórico ou prático para buscar a solução do problema.

3.2 FORMAÇÃO DOCENTE INICIAL EM QUÍMICA

Neste segundo subtópico serão apresentados aspectos gerais relativos à formação de professores de química, sendo a formação inicial à docência o eixo central. Compreende-se que a formação inicial de professores construída solidamente pode favorecer a inserção de novas ideias e modificações no âmbito educacional, destacando a valorização do professor no desenvolvimento do ensino e aprender, propondo uma reflexão acerca do que é ser e formar professor.

Levando em consideração os problemas que perpassam o ensino no Brasil na atualidade, como a precariedade da educação, a desvalorização da profissão docente e a dicotomia teoria-prática, pode-se abordar como propiciar uma formação inicial de professores que possa minimizar os efeitos causados por essas problemáticas e preparar os futuros docentes para enfrentarem e possibilitarem mudanças as situações vigentes (Maldaner, 2003; Echeverría; Soares, 2007).

O ensino de química é considerado como de difícil compreensão por uma parte significativa dos estudantes, a química enquanto ciência envolve o nível microscópico e submicroscópico da matéria. Deste modo, é necessário desenvolver a imaginação diante das teorias científicas, que configura-se como conhecimento abstrato (Mortimer; Machado; Romanelli,2000; Schnetzler; Antunes-Souza,2019).

No entanto, a construção do conhecimento abstrato não é um processo trivial. Os alunos não conseguem atribuir significados aos conceitos químicos, isso amplia o desinteresse pela Química e reforça os processos de ensino aprendizagem composto por memorização (Schnetzler; Aragão,1995). Para tanto, é necessário repensar o processo de formação inicial do docente!

Nos processos de formação inicial em química, vislumbra-se ainda a formação baseada na dicotomia teoria-prática, causando a fragmentação de conhecimentos científicos e pedagógicos, não tendo uma articulação entre essas áreas, reforçando esse processo. Posto isso, a prática que ocorre na formação inicial é a “separação da formação profissional específica da formação em conteúdo” (Maldaner,2003, p.45).

Diante dessa dissociação, o discente em formação terá dificuldades em vincular a teoria com os processos de ensinar e irão perpetuar a reprodução sistematizada que lhes foram ensinadas enquanto alunos na educação básica e em formação na educação superior, sendo assim, as metodologias de formação adotadas por estas instituições carecem de reflexão (Maldaner,2003). Esse autor salienta para a importância de uma formação continuada devido a complexidade da profissão docente.

Para tentar suprir essas lacunas encontradas nos cursos formativos, pontua-se que é preciso formar professores reflexivos e interessados na construção do conhecimento de seus alunos. Portanto, pode-se utilizar de metodologias ativas para fomentar a interação entre a educação científica e o contexto social, desenvolvendo capacidades necessárias para o futuro professor agir de forma diferente em sala de aula e ter autonomia no seu processo de conhecimento. Diante do exposto acima, é necessário elaborar soluções para que os cursos de formação possam formar licenciados crítico e reflexivo das suas ações ao proporcionar uma aprendizagem significativa para os seus alunos, estando aptos para o ato de ensinar.

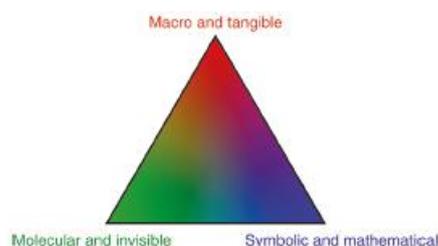
3.3 CONCEITOS BÁSICOS DE QUÍMICA E FORMAÇÃO DOCENTE INICIAL

Nesse referencial, abordamos sobre os três níveis do conhecimento químico e suas implicações para a compreensão da química e apresentamos os tipos de reações químicas e a importância de aprender esse conteúdo para entender as transformações que nos rodeiam.

A química é a ciência que busca estudar as propriedades e transformações da matéria (Brown *et al*, 2016). Por meio do conhecimento dessa ciência central obtido por sua constituição, propriedades e transformações das substâncias e matéria, pode-se criar e desenvolver produtos nas mais diversas áreas de aplicação da sociedade (Mortimer, Machado, Romanelli,2000; Rosa; Schnetzler,1995).

“A química tem como objetos de investigação os materiais, as substâncias, suas propriedades, sua constituição e suas transformações” (Mortimer, Machado, Romanelli,2000, p.276). Perante a dimensão da química, Johnstone (1993,2000,2009) formulou três níveis para representar os fenômenos químicos em vértices de um triângulo como demonstrado na figura abaixo.

Figura 1 – Triplete químico proposto por Johnstone para representar os níveis do conhecimento químico

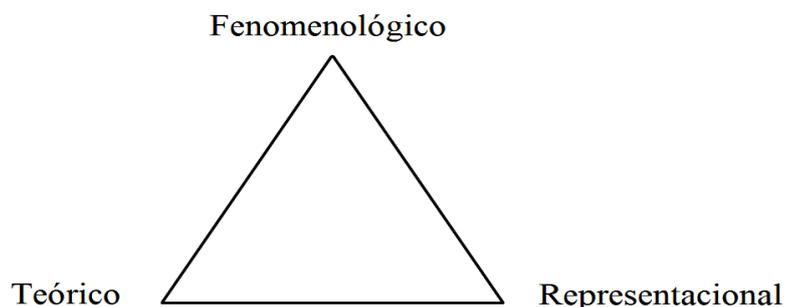


Fonte: Johnstone (2009, p.24)

Os três níveis do conhecimento químico são o macroscópico, microscópico e representacional ou simbólico. Segundo Johnstone (2000), o macroscópico ou tangível refere-se ao que pode ser visível e palpável, por sua vez o microscópico (molecular e invisível) são as partículas químicas como átomos, moléculas, íons. O simbólico e matemático (representacional) é composto pela linguagem química utilizada para representar os fenômenos químicos através de símbolos, equações e fórmulas.

Diante dos objetos de investigação da química, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) também elucidaram três níveis do conhecimento químico em: (1) fenomenológico, (2) teórico e (3) representacional (Figura 2).

Figura 2: Aspectos dos três níveis do conhecimento químico



Fonte: Mortimer, Machado, Romanelli (2000, p.277)

O nível fenomenológico está relacionado aos fenômenos químicos, o teórico refere-se as teorias científicas e a dimensão abstrata dos objetos químicos, enquanto, o representacional concerne a linguagem química dos conteúdos que podem ser representadas por símbolos. Mortimer, Machado, Romanelli (2000) salientam que é fundamental entrelaçar esses três níveis do conhecimento para que o conhecimento químico possa fazer sentido para o discente, e assim promover um ensino de química efetivo visto que o aspecto representacional é o que configura maior destaque em sala de aula, propiciando assim apenas uma visão parcial da química.

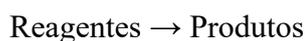
Um dos motivos dos estudantes considerarem a disciplina de química como complexa e abstrata é a dificuldade em articular e compreender a química nos diferentes níveis do conhecimento, acarretando o desinteresse e apresentando obstáculos no processo de ensino aprendizagem. Essas problemáticas podem ser decorrentes devido ao modo transmissivo em que os conteúdos são ensinados apenas por mera memorização de conceitos sem ter a atribuição de sentidos do fenômeno químico com a realidade do aluno no ato de aprender. Nesse sentido, podemos retomar aos expressos de Mortimer e colaboradores (2000, p.275) quando afirmam que “Quando se trata a química unicamente do ponto de vista formal, o ensino tradicional deixa de lado os fenômenos reais”.

Diante disso, o conteúdo de reações químicas é de fundamental importância para que se possa compreender a química e suas transformações através da interação dos átomos em diferentes situações. Mortimer e Miranda (1995) consideram as reações químicas como um conceito essencial para o conhecimento químico pois é por meio dele que se articula o conhecimento entre os níveis macroscópico e microscópico. Mas o que seria reações químicas?

De acordo com a IUPAC, reação química é um processo que resulta na interconversão de espécies químicas podendo ser reações elementares ou graduais. As reações químicas são “processos nos quais uma ou mais substâncias se convertem em outras substâncias” (Atkins;

Laverman; Jones, 2018, p.60) e são elaboradas para caracterizar substâncias ou para produzir novas substâncias (Rocha-Filho; Silva,2022).

As reações químicas são representadas através das equações químicas que podem ser caracterizadas como uma forma simbólica de representar um fenômeno químico através de símbolos e fórmulas (Atkins; Laverman; Jones, 2018,), portanto compreende-se que a equação química é a representação simbólica de uma reação química que de forma genérica pode ser representada da seguinte forma por uma seta:

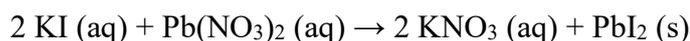


Os reagentes são fornecidos à esquerda e são conhecidos como substância de partida ou materiais iniciais e à direita encontra-se as substâncias formadas pela reação, os produtos. A seta pode ser interpretada como reagem ou formam.

O estado físico das substâncias dos reagentes e produtos são indicados na equação e são denominados por sólido (s), líquido (l) e gasoso (g), e aquoso (aq) quando as substâncias estão dissolvidas em solução aquosa (Brown *et al*,2016; Atkins; Laverman; Jones, 2018,).

A Lei da conservação das massas criada por Lavoisier infere que em uma reação química ocorre a reorganização dos átomos, pois a matéria não é criada e nem destruída (Kotz; Treichel; Weaver, 2013). Portanto, a mesma quantidade de átomos estarão presentes antes e depois de ocorrer a reação, mas apenas estarão de modo rearranjados. Os números que precedem as fórmulas em uma equação balanceada são denominados de coeficientes estequiométricos e indicam o número relativo (quantidade de substância) de entidades químicas (átomos, moléculas) presentes na reação, esses coeficientes são indicados conforme o princípio da conservação das massas, normalmente o coeficiente 1 é omitido. Os números subscritos em uma fórmula indicam a quantidade de átomos presentes em uma molécula.

A reação demonstrada abaixo é uma reação de precipitação entre o nitrato de chumbo (II) e iodeto de potássio produzindo nitrato de potássio e o precipitado iodeto de chumbo, em que um mol de nitrato de chumbo reage com dois mol de iodeto de potássio produzindo dois mol de nitrato de potássio e um mol de iodeto de chumbo:

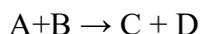


Tipos de reações químicas

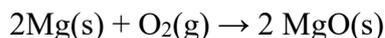
As reações químicas podem ser classificadas em reações de combinação, decomposição, de troca, combustão e redox. Adiante são elucidadas cada tipo de reação.

- Reação de combinação

As reações de combinação ocorrem quando duas ou mais substâncias reagem entre si formando um produto.

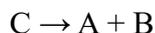


Como exemplo, a reação de combustão do magnésio resultando na formação de óxido de magnésio:



- Reação de decomposição

Nas reações de decomposição, um reagente é descomposto resultando na formação de mais de uma substância.

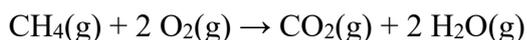


Por exemplo, a decomposição do clorato de potássio que resulta em cloreto de potássio e oxigênio.



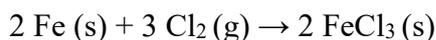
- Reação de combustão

A reação de combustão ou queima, é uma reação rápida em que um composto reage com o oxigênio molecular, resultando na liberação de calor através de chamas. Como exemplo, a combustão do metano que resulta em dióxido de carbono e água.



- Reação redox ou oxirredução

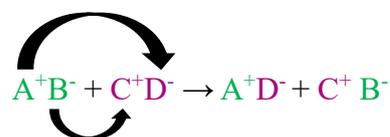
Nas reações de oxirredução, as reações de oxidação e redução são observadas. A perda de elétrons é denominada de oxidação enquanto o ganho de elétrons, redução. Esse tipo de reação caracteriza uma transferência de elétrons de uma espécie para outra. Como exemplo, a reação entre o ferro e cloro resultando em cloreto de ferro (III).



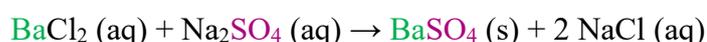
A reação de troca ou metátese é uma reação química que ocorre em solução aquosa na qual os cátions e ânions dos reagentes trocam de pares ou posição. As reações de precipitação e neutralização são exemplos de reações de troca.

- Reação de troca (Metátese)

Nessa reação, os cátions trocam de ânions, pois ocorre a troca de íons dos pares de reagentes. Abaixo é descrito a forma genérica da reação de troca.

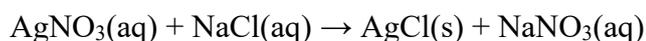


Esse tipo de reação pode ser demonstrado na reação entre o cloreto de bário e sulfato de sódio que forma como produtos sulfato de bário e cloreto de sódio, na qual os cátions são Ba^{2+} e Na^+ e os ânions são Cl^- e SO_4^{2-} .



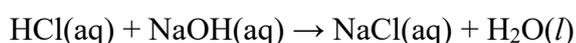
- Reação de precipitação

As reações de precipitação são caracterizadas devido a formação de um sólido insolúvel que é denominado de precipitado mediante a reação que acontece entre duas soluções eletrolíticas, quando os compostos iônicos solúveis são dissolvidos em água, dissociam-se para formar os íons. Nessa reação, a solução de cloreto de sódio e de nitrato de prata são os eletrólitos forte e o precipitado formado é o $AgCl$ (cloreto de prata) (Atkins; Laverman; Jones, 2018,), como demonstra a equação química adiante:



- Reação de neutralização

As reações que ocorrem entre um ácido e uma base são chamadas de reação de neutralização, pois produz uma solução neutra advinda do cátion proveniente da base e do ânion do ácido, tendo como produto iônico um sal e água (Atkins; Laverman; Jones, 2018; Brown *et al*,2016). Como exemplo, a reação entre um ácido forte (HCl) com uma base forte ($NaOH$) produz cloreto de sódio e água:



É relevante salientar que uma reação química pode ser classificada em mais de um tipo de reação. Portanto, as classificações das reações químicas não são tão precisas devido uma mesma reação química poder ser categorizada em mais de um tipo, sendo dependentes do conteúdo que está sendo estudado. Como exemplo, a reação do magnésio pode ser classificada como uma reação de combinação e redox, assim como a combustão do metano pode ser classificada também como uma reação redox. As diferentes classificações de uma mesma reação química podem dificultar a aprendizagem do aluno, levando ao questionamento de qual seria a classificação correta. Portanto, faz-se necessário realizar esse adendo em sala de aula durante a explicação desse conteúdo para que possa tornar visível ao estudante as diferentes possibilidades diante de uma mesma reação.

Adiante, a metodologia adotada nessa pesquisa será apresentada de acordo com os objetos de estudo proposto, quanto a suas definições, participantes da pesquisa, instrumento e análise de dados escolhidos.

4 METODOLOGIA

A metodologia do objeto de estudo proposto foi delimitado através das intenções do que se almeja pesquisar, ou seja, como ocorre a construção do conhecimento dos professores em formação inicial através da utilização de uma estratégia de RP. Mediante a isso, abaixo é descrito o ordenamento da caracterização da pesquisa quanto a sua natureza, abordagem e classificação, como conseqüentemente os sujeitos e campo de pesquisa, coleta e análise dos dados obtidos e analisados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO SOBRE A NATUREZA DA PESQUISA

A caracterização desse trabalho considerando-se o propósito de estudo, pode ser definida como de natureza básica, a abordagem é do tipo qualitativa, de caráter exploratório e é caracterizada como estudo de caso.

4.1.1 Básica

Inicialmente, Minayo (2001) conceitua pesquisa como uma atividade essencial da ciência na busca por uma edificação e questionamento da realidade, relacionando assim o pensamento e ação. Para tanto, utilizou-se da pesquisa para buscar identificar a construção do conhecimento acerca de conhecimentos químicos dos professores em formação por intermédio da contribuição de uma metodologia ativa de ensino por meio dos procedimentos metodológicos adotados. Sob o ponto de vista da natureza, pode-se considerar de natureza básica pois “objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais” (Prodanov; Freitas, 2013, p. 51). Ademais, pretende-se averiguar a construção do conhecimento dos estudantes sobre os blocos “s” e “p” da tabela periódica e ideias relativas à norma de segurança.

4.2 QUANTO À ABORDAGEM

4.2.1 Pesquisa qualitativa

Gressler (2004) pontua que a abordagem qualitativa é usada quando procura-se retratar a complexidade de um problema. Silva e Menezes (2005) considera que existe uma relação ativa entre o mundo real e o sujeito, ou seja, ocorre uma correlação entre o mundo objetivo e a subjetividade do indivíduo que não pode ser quantificado. Sendo assim, de caráter descritivo e desencadeado a análise indutiva. Ainda de acordo com estes autores (2005, p.20), “O processo e seu significado são os focos principais de abordagem”.

4.3 QUANTO AOS OBJETIVOS

4.3.1 Pesquisa exploratória

Em relação aos objetivos, esta pesquisa enquadra-se no tipo de pesquisa exploratória. De acordo com Gil (2007), essa pesquisa possui o objetivo de propiciar uma aproximação com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Conforme Prodanov e Freitas (2013) e Gil (2007), a pesquisa exploratória possui um planejamento maleável, possibilitando o estudo permeado por diversas considerações e formas. Diante disso, essa pesquisa busca por analisar as diferentes maneiras da conceitualização do conhecimento químico através da investigação pelo método de resolução de problemas por professores em formação inicial.

4.4 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS

4.4.1 Estudo de caso

No que tange ao procedimento da pesquisa, levando em consideração a coleta e análise de dados, esse estudo caracteriza-se como um estudo de caso. Segundo Gil (2007, p. 57) “O estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”. Nesse sentido, o estudo de caso visa analisar e coletar dados acerca de determinado grupo, possibilitando conhecer e explicar os fenômenos que ocorrem. Conforme o exposto, pretende-se estudar e analisar de que forma ocorre a apropriação do conhecimento dos professores em formação inicial, como o conhecimento é construído e desenvolvido aliado a resolução de uma situação problema.

4.5 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO

Os sujeitos participantes dessa pesquisa serão licenciandos do curso de Química-Licenciatura que estão matriculados nas disciplinas de Química Inorgânica I (4º período), Laboratório de Química Inorgânica (5º período) e Físico-Química II (7º período). Optou-se pela escolha destes períodos, pois abrange discentes que já cursaram disciplinas experimentais, como também, a de introdução a química e química geral, sendo necessário para responder a situação problema e é possível realizar uma comparação entre os estudantes que estão na metade da graduação e na fase final do curso, sendo assim um estudo longitudinal.

4.6 COLETA DE DADOS

4.6.1 Resolução de Problemas

A coleta de dados desta pesquisa foi realizada por meio da resolução da situação problema delineada pelos professores Ariane Carla Campos de Melo e Fernando Cruvinel Damasceno (2021) relativa a uma história fictícia sobre um acidente que acontece em uma aula experimental de química. Esta situação problema contém três perguntas, dentre elas a elaboração das equações químicas presentes na situação-problema, identificação dos erros cometidos que causaram o acidente e quais precauções poderiam ter sido tomadas para evitar o incidente.

Diante disso, a situação problema foi apresentada aos discentes em formação inicial do curso de Química-Licenciatura das disciplinas de Química Inorgânica I, Laboratório de Química Inorgânica e Físico-Química II. A situação problema foi proposta como atividade para compreender e verificar a apropriação do conhecimento que os alunos possuem referentes às normas de segurança no laboratório e a química dos blocos “s” e “p” da tabela periódica no período de 2022.2. Essa atividade teve como intenção ajudar na formação inicial dos professores que se tornarão docentes da educação básica, ao ter como objetivo identificar a construção do processo de ensino aprendizagem desses alunos sobre conteúdos essenciais unido com uma estratégia metodológica ativa.

4.7 INSTRUMENTOS DE ANÁLISES DE DADOS

4.7.1 Análises de Dados

No que concerne a análise dos dados obtidos, será utilizada a técnica de análise de conteúdo em consonância com o método de Bardin (2016). De acordo com a autora, a análise de conteúdo é uma técnica que envolve a análise das comunicações. Bardin (2016) afirma que a análise de conteúdo pode ser uma análise dos significados como também uma análise dos significantes.

Bardin (2016) definiu três fases que estão relacionadas quanto a organização da análise de conteúdos que são: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. A primeira fase é a pré-análise. É a fase da organização, que possui como objetivo elucidar as ideias iniciais para que possam ser aplicáveis, constituindo o desenvolvimento necessário para que a análise possa ocorrer. Nessa fase, três fatores são primordiais para que aconteça a organização, salienta-se que esses três fatores dispõem de ordem cronológica mas possuem relação entre eles, são eles: a escolha do documento que será analisado, a formulação das hipóteses e objetivos e a elaboração de indicadores que serão a base para a interpretação final. A segunda fase é a exploração do material e é iniciada quando as fases da pré-análise forem estabelecidas. Essa fase consiste na aplicação sistemática das decisões que foram organizadas na primeira fase. A última fase é o tratamento e interpretação dos resultados coletados. Os resultados obtidos serão tratados de modo significativo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa parte, serão apresentadas as respostas (formulação de ideias e hipóteses) dos discentes quanto ao acidente fictício exposto na situação problema. As respostas serão categorizadas e discutidas baseadas nos aportes teóricos citados anteriormente nessa pesquisa.

5.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS MEDIANTE A SITUAÇÃO-PROBLEMA

Na presente pesquisa foi proposta uma situação-problema (SP) sobre um acidente fictício composta por três perguntas que foi respondida respectivamente por 50 estudantes em formação inicial do curso de Química-licenciatura que cursavam o 4^o, 5^o e 7^o período. A SP foi utilizada como ferramenta avaliativa para identificar como o perfil conceitual dos licenciandos é construído em relação as propriedades físicas e químicas do bloco “s” e “p” (elementos representativos) da tabela periódica e para reconhecer os conhecimentos relativos as normas de segurança que são imprescindíveis para atuar em um laboratório. Diante disso, a SP foi previamente elaborada para que possa propiciar/incentivar questionamentos e indagações nos estudantes ajudando assim durante a sua formação inicial na produção de conhecimentos e desencadear um senso crítico-reflexivo.

Para obter uma visão que possibilitasse analisar/identificar o conhecimento conceitual químico e as habilidades escolhidas para a resolução das perguntas (1,2,3) encontradas na SP pelos discentes, os resultados obtidos foram categorizados em nove tabelas referentes a cada questão e suas classificações. As respostas foram classificadas como satisfatória, parcialmente satisfatória e insatisfatória em função dos conceitos/conhecimentos esperados. Em todas as tabelas a inicial P faz referência ao período em que o estudante se encontra, enquanto a sigla A indica uma numeração arbitrária ao estudante participante.

Diante das respostas obtidas da situação problema referente a questão um (Identificar as causas do acidente, demonstrando as reações químicas que eventualmente possam ter ocorrido), pode-se evidenciar que apesar da distinção dos períodos, diversos estudantes não conseguiram equacionar as reações químicas presentes no acidente fictício. A categorização das respostas referente a pergunta 1 encontram-se nas Tabela 1,2 e 3 abaixo.

Tabela 1: Categorização das respostas da questão um da situação problema classificadas em satisfatória.

Resposta	Classificação	Período
<p>“Aparentemente é dada pouca importância aos devidos cuidados antes de começar os experimentos. O experimento tinha risco de queimar alguém e provocar um incêndio, ainda assim, as alunas continuaram sem supervisão, aparentemente.</p> <p>As alunas chegam primeiro que a professora! Elas mesmas começam a se organizar para um experimento que tem a chance de queimar e provocar incêndio!</p> <p>Vários experimentos foram realizados no mesmo dia, cada um com preparo e técnicas diferentes, não dá certo isso.</p> <p>Devido a pressa para realizar/dar conta dos experimentos, não existia organização suficiente para dar conta de tanto experimento. Experimento realizado no chão! Demonstra certo despreparo das alunas em algumas práticas.</p> <p>No experimento que ocorre a explosão, alunos pediram para queimar a fita mais uma vez e foi feito isso com pressa. Além da estudante que se queimou está mexendo em resíduos que provavelmente potencializou uma reação explosiva.”</p>	Satisfatória	P4-A1
<p>“O acidente foi causado devido a inúmeros fatores partindo principalmente da falta de cuidado das pessoas que estavam realizando o experimento, acredito que deveria ter existido um maior acompanhamento por parte da professora que acompanhava e orientava a realização do experimento, os estudantes deveriam estar mais atentos as normas técnicas e cuidados essenciais com relação a realização dos experimentos. O acidente pode ter sido provocado por uma reação de combustão entre a queima do magnésio e os resíduos que estavam expostos e podem ter entrado em contato com o fogo e gerado a explosão.”</p>	Satisfatória	P4-A3
<p>Quando o magnésio entra em contato com o gás oxigênio (O₂) e a água (H₂O) provoca a reação de combustão: 2 Mg(s) + O₂ (g) → 2MgO (S). O que foi que aconteceu inicialmente quando entrou em contato com a chama. Porém, devido ao descarte irregular das substâncias de outros experimentos, houve uma reação do HCl com o Mg, formando um gás extremamente inflamável, explicando o que ocorreu na aula.</p>	Satisfatória	P7-A42
$\text{Mg (s)} + 2 \text{HCl (aq)} \rightarrow \text{MgCl} + \text{H}_2 \text{ (g)}$		

Fonte: A autora (2023)

Tabela 2: Categorização das respostas da questão um da situação problema classificadas em parcialmente satisfatória.

Resposta	Classificação	Período
<p>“Durante o relato dos estudantes X e Y, pode-se obter diversos erros graves, como por exemplo, fazer muitos experimentos de maneira rápida e um logo após o outro, em que muitos elementos envolvidos e que podem reagir entre si, estavam sendo manuseados de maneira desordenada.”</p>	Parcialmente satisfatória	P4-A2
<p>“O que mais chamou atenção para a causa da explosão foi realizar um experimento que expeliu oxigênio (gênio da garrafa) e logo em seguida, realizar outro experimento que envolvia fogo (Faça-se a luz). Além disso, a X cita que “[...] Comecei a queimar o magnésio que até demorou um pouco por causa do vento”.</p> <p>Ou seja, havia essa interferência também. Por conseguinte, a reação é exotérmica e como cita a Y, “o vapor sai quente e pode queimar”. Salvo engano, o oxigênio é um comburente e o calor pode ter ativado ele para explosão.”</p>	Parcialmente satisfatória	P4-A4
<p>“Como a estudante mais atingida pela explosão foi a estudante Y, podemos deduzir que: a estudante X estava queimando a fita de magnésio, ela queimou uma primeira fita e na segunda fita ocorreu a explosão, enquanto a x queimava a segunda fita a Y estava fazendo os descartes dos resíduos, logo podemos afirmar a mistura desses resíduos deve ter produzido algum vapor inflamável que em contato com o calor ocasionou a explosão afetando mais a estudante Y, pois apesar de ser a x que estava com o bico de Bunsen a Y estava mais próxima dos resíduos.”</p>	Parcialmente satisfatória	P4-A5
<p>“As causas do acidente se dão, sobretudo, pela falta de responsabilidade do docente em acompanhar ou solicitar um profissional apto a auxiliar as garotas. Ademais, no experimento gênio da garrafa, a reação liberou calor resultando na água em forma de vapor-em razão da alta temperatura- e oxigênio. Em seguida, elas executaram o experimento da queima de uma fita de magnésio usando a chama de um bico de Bunsen. Como no experimento anterior houve a liberação de oxigênio, e tal gás é inflamável, sua introdução intensificou a chama ocasionando na explosão. Outrossim, a abertura das portas do laboratório pode ter facilitado a entrada de mais oxigênio.”</p>	Parcialmente satisfatória	P4-A6
<p>“Existem muitas causas possíveis para esse acidente. A primeira delas é o fato de terem sido feitos muitos experimentos em um único dia, as estudantes ficaram mais preocupadas em terminá-los a tempo e não se atentaram ao descarte correto. O segundo ponto é que cada estudante ficava encarregado de realizar um experimento, elas não trabalhavam em dupla, o que aumenta a probabilidade de erro, como</p>	Parcialmente satisfatória	P4-A7

foram 5 experimentos, os produtos que foram formados estavam sendo descartados todos juntos, logo, muito provavelmente o oxigênio expelido no experimento da garrafa entrou em contato com o fogo e causou a explosão.”		
“O descarte de substâncias/resíduos em recipientes que ficam próximos ao local em que se está efetuando outro experimento. Como foi relatado que algumas reações formavam produtos no estado gasoso, durante a realização, pode ser que partículas/moléculas gasosas tenham chegado até a fita de magnésio, reagindo com está e realizado a explosão. Tem também, a questão do local inapropriado para determinados experimentos, além da limpeza inadequada e instrumentação.”	Parcialmente satisfatória	P4-A9
“Houve muitas falhas nos procedimentos realizados. Uma das mais graves foi manter o galão de descarte próximo do local dos experimentos. Juntar todos em um galão só também colabora para que um provável acidente pudesse ocorrer. Naquele galão elas misturaram ácidos, bases, solventes, solutos, todos os materiais que combinados poderiam causar algum tipo de acidente. Fazer a queima de um material como a fita de magnésio próximo do galão que possuía materiais que soltavam gases. O contato do material com algum gás foi mostrado quando elas indicavam que a primeira fita queimou mais rápido enquanto a segunda fita queimou lentamente, indicando que algo estava errado.”	Parcialmente satisfatória	P4-A10
“O magnésio pode explodir entrando em contato com a água. Em experimentos feitos basicamente na mesma hora, muita água em forma de vapor, devido a temperatura alta, que pode ter ocasionado a explosão. Além disso, a estudante Y estava com o galão de rejeitos aberto com gases de diversos tipos saindo dele.”	Parcialmente satisfatória	P4-A11
“O resíduo do experimento quatro, o gênio da garrafa, pode não ter concluído até o fim e continuado a reagir produzindo oxigênio que pode ter reagido com a chama do bico de Bunsen. Ou pode ser que ao ficar abrindo o recipiente fora da capela os gases produzidos podem ter reagido com a chama do bico de Bunsen. E ao misturar resíduos líquidos com sólidos pode ter gerado gás inflamável.”	Parcialmente satisfatória	P4-A12
“O contato da chama com os resíduos que estavam no galão com o fogo reagiu com algumas substâncias inflamáveis, gerando uma combustão.”	Parcialmente satisfatória	P4-A15
“Não ter docente durante o experimento, os alunos X e Y não terem ficado atentos as orientações da professora e os riscos do experimento, ou ter pressa para concluir rapidamente. Abrir o galão de resíduo próximo ao experimento como a explosão só veio durante a queima da segunda fita, então durante	Parcialmente satisfatória	P4-A16

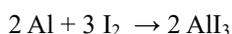
o descarte do óxido de magnésio algum resíduo no galão pode ter liberado algo inflamável para explosão. Acredito que foi o experimento gênio da garrafa.”		
“A provável causa do acidente foi a mistura que fizeram no galão. Pois jogaram várias químicas como o hidróxido de sódio, fenolftaleína, peróxido de hidrogênio e várias outras substâncias. E como é falado no texto os materiais são levados para incinerar, então provavelmente eram inflamáveis. Ao adicionarem as cinzas da queima do magnésio ou mesmo o fogo do bico de Bunsen pode ter causado a explosão do acidente.”	Parcialmente satisfatória	P4-A17
“Ausência do professor no laboratório para supervisionar o experimento.	Parcialmente satisfatória	P4-A18
Pressa dos estudantes para a realização dos experimentos.		
Vários experimentos sendo realizados ao mesmo tempo.		
Descarte inadequado dos resíduos dos experimentos.		
Como o galão estava a muito tempo sem ser esvaziado, a mistura das substâncias pode ter liberado algo que ocasionou a explosão, uma vez que, a mesma aconteceu quando uma das estudantes abriu o galão.		
Experimento feito em locais inadequados, etc.”		
“Enquanto a X fazia a queima da fita de magnésio e o gás gerado por essa reação se espalhava no ar, Y estava fazendo o descarte do experimento anterior, onde sólidos e líquidos reagiam liberando um gás que se ao entrar em contato com o gás da queima da fita de magnésio gerou uma combustão que foi responsável por causar a explosão.”	Parcialmente satisfatória	P5-A19
“É descrito no texto que o galão de descarte continha diversas substâncias tanto sólidas quanto líquidas e mesmo que separadamente não representassem risco, porém dentro de um sistema fechado que é aberto e liberando gás das reações ocorrendo dentro do galão em conjunto com o calor e o óxido de magnésio, resultou na explosão.”	Parcialmente satisfatória	P5-A20
“O acidente ocorreu devido a negligência e despreparo das alunas ao queimar duas vezes a fita de Mg, visto que elas nunca tinham feito antes e a pressa, a abertura do galão de resíduos logo com o iodo foi de grande importância para o incêndio do acidente, já que o galão contém diferentes misturas, que podem formar produtos voláteis e inflamáveis e aberto logo ao lado de uma queima de mg não é uma boa ideia, tanto que a que mais se queimou foi a que abriu o galão e o que estava fazendo o experimento	Parcialmente satisfatória	P5-A21

só queimou o braço, indicando que o galão e o produto queimando foi o grande vilão do acidente.”		
“Falta de atenção dos alunos na hora que o professor vai orientar os alunos sobre as medidas de segurança.	Parcialmente satisfatória	P5-A22
<p>Todas as substâncias do laboratório devem ser manuseadas com cuidado.</p> <p>Todos os experimentos devem ser feitos na bancada e não no chão.</p> <p>Usar a mesma bancada para fazer experimento diferente, foi o que deve ter ocasionado o acidente.</p> <p>Jogar resíduo sólido no galão além de todas as substâncias produzidas no laboratório é extremamente perigoso.</p> <p>Limpar substâncias com pano é errado.</p> <p>Não devemos fazer mistura sem saber o resultado.</p> <p>Pelo depoimento de X e Y, não havia a presença de professor.</p> <p>De acordo com os depoimentos uma hora ou outra iria acontecer algum acidente.”</p>		
“A causa do acidente foi dada devido diversos fatores, sendo eles: realizar vários experimentos de forma sequencial, ambiente de laboratório aberto, misturar diversas espécies de resíduos em um único local, sem supervisão do professor no momento em que a fita de Magnésio estava demorando a queimar deveria ter retirado. Experimento realizado anteriormente soltaram resíduos líquidos e gasosos que podem ter entrado em contato com a fita de magnésio e comprometido o experimento. O bico de Bunsen foi apagado e religado, deixando o gás GLP presente no meio.”	Parcialmente satisfatória	P5-A23
“De acordo com os depoimentos das alunas X e Y, o acidente pode ter sido ocasionado devido a experimentação está sendo realizada próximo ao local em que estava sendo realizado o descarte de resíduos, visto que dentro do galão de descarte de resíduos já havia outros resíduos de outros experimentos que provavelmente ao ser aberto, esses resíduos entraram em contato com a queima do magnésio provocando a explosão.”	Parcialmente satisfatória	P5-A26
“Possíveis causa do acidente:	Parcialmente satisfatória	P5-A27
Podemos identificar as seguintes falhas:		

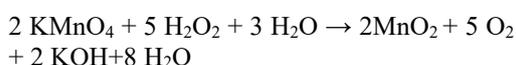
1. O descarte indevido dos resíduos por parte dos alunos. Sendo feito ao lado da execução do experimento acontecendo a liberação de gás.
2. A falta de conhecimento químico, pois o Mg é inflamável e pode reagir com o O₂ e ocorrer vento na hora.
3. A falta de atenção dos alunos na hora da explicação sobre as orientações das normas de segurança do laboratório.”

Reações

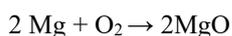
- Sinalizador de iodo



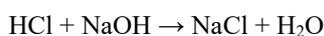
Gênio da garrafa



Queima da fita de Magnésio

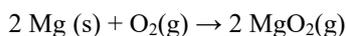


Reação taça Mágica



“As duas meninas estavam realizando o experimento da queima da fita de magnésio pela segunda vez e estavam com pressa. Enquanto uma realizava o experimento, a outra ao lado abrindo um galão de resíduos, nesse momento pode ter ocorrido uma reação com algum resíduo ácido que ficou no ar quando e abriu o galão.”

Reação da queima de fita de magnésio



“O acidente decorreu da combinação do descarte que resultou na queima de um gás, ao entrar em contato com a reação que estava sendo realizado.”

Parcialmente satisfatória

P5-A28

“A possível causa do acidente foi a execução dos experimentos anteriores e o descarte dos resíduos. Y afirma que em um dos experimentos que realizou, foi utilizado peróxido de hidrogênio que embora não seja inflamável, em contato com algumas substâncias (como metais/ligas metálicas) pode entrar em combustão. Ao fazer o descarte, o vapor que possivelmente foi expelido do galão entrou em contato com o resto que por estar perto do bico de Bunsen ocasionou o acidente.”

Parcialmente satisfatória

P5-A30

“O óxido de magnésio deve ter reagido com um dos resíduos para ter causado a explosão, como o experimento da taça foi o último realizado

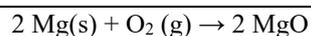
Parcialmente satisfatória

P5-A31

algun resíduo pode ter reagido com o óxido de magnésio causando assim a explosão.”		
“O descarte de resíduos líquidos e sólidos em um mesmo recipiente, descarte ao longo de um período de tempo possibilitando reações entre as substâncias presentes no recipiente e também um dos estudantes estar realizando o descarte próximo a chama de bico de Bunsen.”	Parcialmente satisfatória	P5-A32
“Como as duas meninas relatam já ter feito o experimento antes e deu certo, provavelmente o último experimento feito reagiu com as substâncias presentes no galão que a estudante Y estava descartando, tendo em vista que ela foi mais atingida, o experimento pode ter reagido com HCl.”	Parcialmente satisfatória	P5-A33
“No terceiro experimento que foi o gênio da garrafa quando o permanganato de potássio reage com peróxido de hidrogênio a reação além de água expeliu oxigênio para fora, ou seja, para o ar. Quando X acende o bico de Bunsen para iniciar a combustão do magnésio, acaba reagindo com o oxigênio que ainda está expelido pelo ar e assim, ocorre a explosão.”	Parcialmente satisfatória	P5-A34
“A reação deu errado por causa de uma má limpeza nos resíduos o gênio da garrafa e a taça mágica deixou água nos produtos, assim como deve ter ocorrido uma má limpeza a fita de magnésio reagiu com água ocasionando a explosão.”	Parcialmente satisfatória	P5-A35
Gênio do garrafa:		
$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		
Taça mágica: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$		
Reação que deu errado: $\text{Mg} (\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow \text{Mg} (\text{OH})_2 + \text{H}_2 (\text{g})$		
“A causa do acidente está no descarte irregular dos resíduos, pois pode ocorrer a formação de gases que possam ocasionar explosão.”	Parcialmente satisfatória	P5-A36
“Experimento 1, sinalizador de iodo: $2\text{Al} (\text{s}) + 3 \text{I}_2 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{AlI}_3 (\text{aq})$	Parcialmente satisfatória	P5-A37
Experimento 2, taça mágica: $\text{HCl} (\text{aq}) + \text{NaOH} (\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$		
Experimento 4, gênio da garrafa:		
$2 \text{KMnO}_4 + 5 \text{H}_2\text{O}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5 \text{O}_2 + 2 \text{KOH} + 8 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{MnO}_2$		
Experimento 5: $2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$		
A causa do acidente foi manusear o óxido de magnésio (produto da reação de combustão da fita de magnésio) próximo a garrafa de resíduos, pois nela continha permanganato de		

potássio. Com isso, obteve um vapor que queimou o rosto das duas estudantes.

No final do experimento, uma estudante estava na reação de combustão, utilizando a fita de magnésio no bico de Bunsen e a outra estudante estava manuseando resíduos ao lado, este foi o acidente em ambas.



Parcialmente satisfatória

P7-A38

Como foi indicado no texto, enquanto uma das alunas estava fazendo o experimento, a outra descartava resíduos próximo a ela.

Um desses resíduos causadores desse do acidente podem ser possivelmente os resíduos de iodo, como o iodeto no experimento dente de elefante e do gênio da garrafa. Isso porque o iodo reage com óxido de magnésio produzindo iodeto de magnésio (MgI_2).

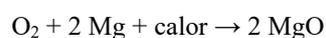
Pasta de dente de elefante e gênio da garrafa = cinética química

A proximidade entre o experimento da fita de magnésio e os resíduos de experimentos anteriores. Algum resíduo pode ter entrado em contato com o experimento e uma reação química provocou a explosão.

Parcialmente satisfatória

P7-A39

Experimento da fita de magnésio:

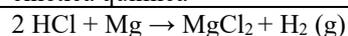


Experimento Gênio da garrafa:



Taça Mágica: $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

Pasta de dente de elefante e gênio da garrafa = cinética química



Parcialmente satisfatória

P7-A40

Essa reação ocorre quando o magnésio reage com HCl criando um gás inflamável e um sal

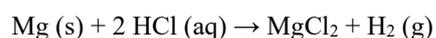
Taça mágica, pasta de elefante, sinalizador de iodo = cinética química

O magnésio em contato com o ar e a água provoca a combustão: $2 \text{Mg (s)} + \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{MgO (s)}$.

Parcialmente satisfatória

P7-A41

O ácido clorídrico (HCl) reage com magnésio e forma como produtos um gás inflamável/explosivo e um sal, o gás hidrogênio e cloreto de magnésio (sal).



<p>“Acredito que possivelmente como o galão já estava com mais da metade preenchido, algumas substâncias mesmo que usadas diluídas as concentrações podem ter aumentado devido ao volume de descartes. Pela descrição acredito que alguma substância gasosa pode ter sido gerada ou no galão ou devido a alguma falha na limpeza, porém não consigo definir com as informações qual substância poderia estar no ambiente ou bancada e ao entrar em contato com a chama causar a explosão.”</p>	Parcialmente satisfatória	P7-A43
<p>“O experimento do gênio da garrafa libera O₂ e H₂O o que aumenta a umidade do ambiente (quanto ao H₂O) e o O₂, por sua vez pode ter reagido com o rolo de magnésio.</p> <p>No experimento da taça havia HCl, que não foi utilizado na capela, podendo este ficar presente no ambiente por ser volátil. A água aumenta os íons H⁺ em um ácido e na ficha técnica aponta o risco de explosão como MgO entra em contato com um ácido forte.”</p> <p>$MgO + H^+ \rightarrow Mg(OH)$</p> <p>Potencial Químico: a espontaneidade da reação</p> <p>Cinética Química: Concentração e temperatura influenciando na velocidade da reação (explosão)</p> <p>Eletroquímica: Oxidação do Mg ao MgO.</p>	Parcialmente satisfatória	P7-A44
<p>Pasta de dente de elefante e gênio da garrafa-cinética química”</p>	Parcialmente satisfatória	P7-A45

Fonte: A autora (2023)

Tabela 3: Categorização das respostas da questão um da situação problema classificadas em insatisfatória.

Resposta	Classificação	Período
<p>“O acidente relatado, apresentou algumas falhas desde o processo de separação dos materiais em dia anterior, que pode acontecer a troca ou mistura por outro elemento ou substância até a realização do mesmo, onde se trabalha com ácido, bases, óxido e fogo praticamente ao mesmo tempo.”</p>	Insatisfatória	P4-A8
<p>“Uma das possíveis causas do acidente pode ter sido a contaminação da fita de magnésio no momento em que a aluna X “tirou um pedaço” da mesma para realizar a prática. A luva poderia</p>	Insatisfatória	P4-A13

estar contaminada com outros elementos e reagir com a prática e causar acidentes.”		
“Gases inflamáveis que estavam no galão de resíduos entraram em combustão após entrar em contato com a chama do bico de Bunsen. Por exemplo: o peróxido de hidrogênio e iodo gasoso.”	Insatisfatória	P4-A14
“Houve a queima da fita de magnésio reagindo com gás inerte dos experimentos anteriores gerando peróxido de magnésio.”	Insatisfatória	P5-A24
$Mg + O \rightarrow MgO$		
“O acidente foi causado devido ao experimento, do gênio da garrafa. Ao invés da reação produzir água e oxigênio, ela produziu oxigênio e água, e o oxigênio ao entrar em contato com a chama da vela onde estava sendo queimado a fita de magnésio entrou em ignição e causou a explosão.”	Insatisfatória	P5-A25

Fonte: A autora (2023)

No que concerne a análise das respostas obtidas para a questão um da situação-problema, ao analisar os dados obtidos entre os três períodos, é possível identificar semelhanças entre as respostas. Em relação a identificação das possíveis causas que possam ter acarretado o acidente, a maioria dos estudantes utilizou-se da forma textual para explicação do fenômeno químico apresentado na situação problema, de acordo com as informações obtidas de fatores externos, mas com uma linguagem usual e informal (cotidiana) sem explicitar um conhecimento químico sólido do que realmente poderia ter acontecido.

Como exemplo, diversas respostas (A2, A6, A7, A22,) abordaram sobre causas prováveis, como a pressa em realizar os experimentos pelas estudantes, a falta de cautela, supervisão e de organização sem explicar o fator que tenha desencadeado a reação de combustão, por exemplo, o A22 do P5 apenas enunciou fatores externos como desatenção e ausência do docente ou responsável e o A7 do P4 mencionou que realizar experimentos de forma sequencial e sem organização contribuiu para o acidente. Em contrapartida, nas respostas dos alunos A1, A3, A9, A16, A18, A21, A23, A27 é descrito as condições externas (variáveis) juntamente com a explicação de como eventualmente o fenômeno químico possa ter ocorrido.

Na resposta elaborada pelo aluno A2 do P4: “*em que muitos elementos envolvidos e que podem reagir entre si, estavam sendo manuseados de maneira desordenada*”, observa-se que existe uma noção do conhecimento químico, mas não é explicitado quais elementos e quais são as suas propriedades que possibilitam a interação entre esses elementos.

É notório pelas respostas (A1, A3, A5, A9, A10, A14, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A26, A27, A29, A30, A32, A36, A37, A39, A43) sumarizadas acima que os discentes

apresentaram uma apropriação fragmentada do conhecimento químico. Como exemplo, nessas respostas compreende-se que os aspectos referentes a formação de um gás decorrente dos resíduos gerados pelos experimentos realizado anteriormente e o desprendimento desse gás do recipiente tenha provocado a combustão. Contudo, não foi especificado as reações químicas que possivelmente seriam capazes de formar um gás combustível e provocar a produção de chamas. É perceptível que os alunos dispõem de dificuldades para associar e transitar entre os níveis macroscópico, microscópico e representacional dos fenômenos químicos, como atestado por Mortimer, Machado, Romanelli (2000) e Schnetzler, Antunes-Souza (2019). No nível microscópico, fica difícil de relacionar, como exemplo da SP, como foi que ocorreu a combustão do magnésio e aconteceu a explosão? De acordo com as explicações, fica visível que os discentes discorrem mais quanto ao nível macroscópico do conhecimento. Portanto, é preciso mobilizar os conhecimentos adquiridos durante as disciplinas com situações que levem ao desenvolvimento de habilidades em resolver problemas. Salienta-se como é importante proporcionar o desenvolvimento dessas relações no ensino de química com os discentes, pois possibilita aprimorar esses conhecimentos e mobilizar habilidades ao tentar solucionar o problema por meio da formulação de hipóteses e ideias.

Tendo como exemplo na resposta do aluno A3 do P4 que respondeu: *“O acidente pode ter sido provocado por uma reação de combustão entre a queima do magnésio e os resíduos que estavam expostos e podem ter entrado em contato com o fogo e gerado a explosão”*. Nota-se que esse estudante explicou/utilizou-se de um certo conhecimento químico ao evidenciar que uma reação de combustão tenha sido provocada pelo elemento magnésio e os resíduos, no entanto, não fez uso da simbologia química para mostrar a equação química que indicaria a reação que levou ao acidente. Tal como A1 do P4: *“Além da estudante que se queimou está mexendo em resíduos que provavelmente potencializou uma reação explosiva. A14 do P4 afirmou que: “Gases inflamáveis que estavam no galão de resíduos entraram em combustão após entrar em contato com a chama do bico de Bunsen”*. O A27 do P5 elaborou: *“O descarte indevido dos resíduos por parte dos alunos. Sendo feito ao lado da execução do experimento acontecendo a liberação de gás”*. O A29 do P5 declarou: *“O acidente decorreu da combinação do descarte que resultou na queima de um gás, ao entrar em contato com a reação que estava sendo realizado”*. O A15 do P4 não identificou quais seriam as substâncias inflamáveis que reagiria com os gases caracterizando uma dificuldade de interrelacionar o diferentes níveis do conhecimento químico: *“O contato da chama com os resíduos que estavam no galão com o fogo reagiu com algumas substâncias inflamáveis, gerando uma combustão”*.

Diferentes hipóteses foram elucidadas pelos estudantes, evidenciando que a SP promove a reflexão e questionamento ao aluno, possibilitando o acesso a seus conhecimentos prévios ou resgatar esses saberes, corroborando com Echeverría e Pozo (1998). No entanto, é nítido que não é estabelecido uma relação entre o pressuposto articulado e o teor químico adquirido ao decorrer do curso, sendo um conteúdo que utiliza a linguagem e conceitos intrínsecos da química favorecendo o entendimento dessa ciência, sendo fundamental para compreendê-la (Rosa; Schnetzler,1998).

Em relação a questão do vento dentro do laboratório que possa ter contribuído para a reação de combustão. O alunos A4 do P4 explanou que houve interferência do vento no experimento com a fita de magnésio e usou o termo exotérmica para identificar/caracterizar a reação de combustão *“Por conseguinte, a reação é exotérmica ... Salvo engano, o oxigênio é um comburente e o calor pode ter ativado ele para explosão”*. O A6 do P4 também: *“Outrossim, a abertura das portas do laboratório pode ter facilitado a entrada de mais oxigênio”*.

Como também vários discentes associaram a explosão devido a presença do gás oxigênio liberado no experimento Gênio da Garrafa que foi realizado anteriormente ao da fita de magnésio. O A6 do P4 afirmou que *“Ademais, no experimento gênio da garrafa, a reação liberou calor resultando na água em forma de vapor-em razão da alta temperatura- e oxigênio. Em seguida, elas executaram o experimento da queima de uma fita de magnésio usando a chama de um bico de Bunsen. Como no experimento anterior houve a liberação de oxigênio, e tal gás é inflamável, sua introdução intensificou a chama ocasionando na explosão”*, percebe-se que o aluno criou um raciocínio sobre qual foi o motivo da explosão. O A7 do P4: *“muito provavelmente o oxigênio expelido no experimento da garrafa entrou em contato com o fogo e causou a explosão”*. O A12 do P4 *“O resíduo do experimento quatro, o gênio da garrafa, pode não ter concluído até o fim e continuado a reagir produzindo oxigênio que pode ter reagido com a chama do bico de Bunsen. Ou pode ser que ao ficar abrindo o recipiente fora da capela os gases produzidos podem ter reagido com a chama do bico de Bunsen. E ao misturar resíduos líquidos com sólidos pode ter gerado gás inflamável”*.

Outra hipótese formulada foi de que o magnésio entrou em contato com água e esse foi o motivo do acidente. O A11 do P4 afirmou que um dos motivos seria que *“O magnésio pode explodir entrando em contato com a água”*. Mas levando em consideração que a área superficial da fita de magnésio é pequena, a reação demoraria a acontecer e também o magnésio reage de forma lenta com a água. O A35 do P5: *“a fita de magnésio reagiu com água ocasionando a explosão”* e escreveu a reação: $\text{Mg (s)} + 2\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{Mg (OH)}_2 + \text{H}_2 \text{ (g)}$. O A41

do P7: *“O magnésio em contato com o ar e a água provoca a combustão”*: $2\text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{MgO(s)}$. O A42 do P7: *“Quando o magnésio entra em contato com o gás oxigênio (O_2) e a água (H_2O) provoca a reação de combustão”*: $2\text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{MgO(s)}$.

Alguns discentes (A24, A28, A33, A34, A35, A37, A38, A40, A41, A42, A44) sugeriram que o ácido clorídrico reage com o magnésio formando um gás inflamável e um sal. Como indica o A41 do P7: *“O ácido clorídrico (HCl) reage com magnésio e forma como produtos um gás inflamável/explosivo e um sal, o gás hidrogênio e cloreto de magnésio (sal)”*, demonstrando a reação: $\text{Mg(s)} + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2(\text{g})$ e o A42 do P7 explicou que *“devido ao descarte irregular das substâncias de outros experimentos, houve uma reação do HCl com o Mg , formando um gás extremamente inflamável, explicando o que ocorreu na aula”*.

As respostas foram classificadas como parcialmente satisfatória pois as eventuais reações químicas que possam ter ocorrido não foram demonstradas, tendo assim apenas hipóteses do que possa ter acontecido sem tanta apropriação do conhecimento químico e a ausência de elencar as propriedades dos elementos representativos da tabela periódica. Constata-se que muitos discentes atribuíram a causa do acidente a mistura dos resíduos sólidos e líquidos armazenados no mesmo recipiente, em que possivelmente alguma reação química inesperada aconteceu devido a mistura de substâncias com o contato da fita de magnésio. Pode-se identificar esse aspecto na resposta do aluno A26 do P5: *“De acordo com os depoimentos das alunas X e Y, o acidente pode ter sido ocasionado devido a experimentação está sendo realizada próximo ao local em que estava sendo realizado o descarte de resíduos, visto que dentro do galão de descarte de resíduos já havia outros resíduos de outros experimentos que provavelmente ao ser aberto, esses resíduos entraram em contato com a queima do magnésio provocando a explosão.”*

As resposta dos alunos 8, 13, 14, 24 e 25 foram classificadas como insatisfatória pois não foi considerado as demais variáveis.

A demonstração das eventuais reações química foi realizada apenas por 11 estudantes (A24, A27, A28, A35, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A44). Além disso, apenas alunos do quinto e sétimo período esboçaram tentativas de propor tais reações por meio de equações químicas, entretanto alguns alunos já citados anteriormente do quarto período discorreram de forma textual a provável causa da explosão mas sem aprofundar no conhecimento químico. Salienta-se que nos períodos analisados há uma variabilidade de discentes de períodos distintos. O fato de 78% dos estudantes não conseguirem identificar as causas do acidente usando conhecimento químicos reflete as dificuldade na interpretação de texto ou de conhecimento

fundamentais relacionados as disciplinas de introdução a química, química geral 1, química geral 2 e inorgânica 1 cursadas durante o curso, para equacionar as reações químicas.

Outra lacuna quanto a apropriação do conhecimento químico também pode ser identificada em relação as equações químicas que simbolizam reações de neutralização, somente os alunos A27, A35, A37, A39 equacionaram a reação presente no experimento da taça mágica. A simples reação de neutralização entre o ácido clorídrico e hidróxido de sódio não foi identificada por grande parcela dos estudantes. Este fato indica uma provável falta de leitura durante a resolução da pergunta um. É oportuno destacar ainda que trata-se de uma reação química apresentada/visualizada/estudada em vários momentos durante o curso, desde disciplinas experimentais e teóricas tais como química inorgânica e química analítica. Assim sendo, seria esperado que os discentes pudessem identificar tal reação.

A baixa escrita dessa reação leva ao questionamento se os alunos em formação inicial possuem falta de conhecimento para equacionar as reações químicas, e se caso, tenham aprendido durante alguma disciplina se estão com algum tipo de impedimento/dificuldade para colocar em “prática” o que aprenderam. Portanto, indaga-se se os futuros professores estão conseguindo ter um processo de ensino-aprendizagem efetivo ou se apenas estão de acordo com o método tradicionalista de memorização do conhecimento? Outra hipótese além da falta de interpretação textual e de conhecimento, seria devido ao longo período pandêmico da covid-19 iniciado em 2020 em que o ensino teve que ser remoto modificando o contexto educacional. Sabe-se que as aulas remotas implicaram na defasagem do ensino, consequentemente afetou o processo de ensino aprendizagem dos alunos.

Diversos motivos podem ser suscitados, como a falta ou dificuldade de acesso à internet e equipamentos digitais causado pela desigualdade social existente no país, impossibilitando um ensino efetivo. O aspecto emocional também é um fator essencial, porque a saúde mental estava fragilizada mediante ao contexto delicado vivenciado desencadeando assim a dificuldade de concentração e a alta demanda de atividades instituídas pelas universidades, um ambiente familiar não favorável para condições de estudo e a perda da interação social e motivação (Duarte;Portes,2022;Gabriel;Pereira,2022) e ao voltar ao ensino presencial, é notório as dificuldades encontradas como a falta de atenção, desmotivação em estudar a disciplina e resultados negativos nas avaliações.

Apesar dessas considerações é importante destacar que as reações de combustão e de neutralização são reações ensinadas na educação básica. Os alunos participantes dessa pesquisa não cursaram ensino médio de forma remota, deste modo, nota-se imprecisão de habilidades desenvolvidas para apropriação do conhecimento químico desde os primeiros contatos com a

química provavelmente devido a forma como os conteúdos de química são abordados de forma tradicional na educação básica e perdura no ensino superior. O conteúdo de reações químicas Lopes (1995) reitera a importância de se estudar reações químicas pois é através delas é possível compreender as propriedades químicas das substâncias que nos rodeiam. Em relação a construção do conhecimento dos fenômenos químicos, os alunos dão ênfase no nível macroscópico mas não conseguem transitar para o nível atômico-molecular (microscópico) apresentando dificuldades (Rosa; Schnetzler,2008; Mortimer; Machado,1995).

Adiante, nas Tabela 4,5 e 6 encontra-se a categorização da pergunta dois encontrada na situação-problema. É possível observar mediante as respostas da situação problema referente a questão dois (Identificação de alguma falha que possa ter sido cometida pelas estudantes), que uma formação docente crítica está sendo consolidada.

Tabela 4: Categorização das respostas da questão dois da situação problema classificadas em satisfatória.

Resposta	Classificação	Período
<p>“Não buscaram auxílio da professora.</p> <p>Realizaram muitos experimentos.</p> <p>Equipamento de segurança incompleto.</p> <p>Realizaram as práticas com pressa.”</p>	Satisfatória	P4-A1
<p>“Houve muitas falhas, mas a pior de todas foi no momento em que o x queimava as fitas de magnésio e a y maneja e descartava muitos rejeitos próximo a chama o que proporcionou a explosão devido algumas reações químicas entre a chama e os compostos do galão. Além de que o experimento do gênio da lâmpada liberou muito oxigênio e posteriormente foi feito um experimento com fogo que foi alimentado pelo oxigênio em grande quantidade.”</p>	Satisfatória	P4-A2
<p>“X e Y as falhas em geral foram a pressa para o término dos experimentos, com isso aumenta as chances de cometer erros, principalmente durante a limpeza após os experimentos, deixando resíduos que possa interferir nos próximos procedimentos.”</p>	Satisfatória	P4-A3
<p>“As estudantes falharam ao agirem de forma despreocupada ao realizar cada experimento, a pressa e o descaso com o descarte correto dos materiais demonstram que as mesmas não tinham consciência do perigo presente em cada espaço realizada no laboratório.”</p>	Satisfatória	P4-A4
<p>“Houve várias falhas. Primeiramente, a professora já comenta que “50% dos alunos usam celular enquanto passa todas as orientações” e que muitos dos alunos estão com pressa de concluir as atividades no laboratório para irem fazer outras coisas. São erros gravíssimos e extremamente recorrentes, visto que muitas vezes os</p>	Satisfatória	P4-A5

estudantes não dão muita atenção e seriedade á segurança no laboratório.

Em relação, especificamente, aos erros das alunas, podemos elencá-los abaixo:

- 1) Prática experimental sem supervisão técnica.
- 2) Experimentos diversificados realizadas um em seguida do outro, sem levar em consideração os riscos conjuntos de cada um.
- 3) Experimento da pasta de dente de elefante no chão, mesmo que esteja em outros recipientes.
- 4) Uso do palito de fósforo no bico de Bunsen para acendê-lo (dúvida).
- 5) Vento no laboratório
- 6) Manuseio de permanganato de potássio e iodo fora da capela (dúvida).
- 7) As duas estudantes com pressa e fazendo atividades paralelas, ao invés de estarem 100% atentas no presente
- 8) Descartar vários resíduos diferentes num mesmo recipiente e, às vezes, jogar o frasco de descarte sólido no mesmo local de descarte dos líquidos
- 9) Misturar o iodeto no galão e limpar essa espuma (tóxica) com um pano apenas
- 10) Tempo muito espaçado para a coleta dos resíduos (2 meses). Apesar de não depender exclusivamente das alunas, elas devem estar atentas a isso.”

“1) Está realizando práticas no laboratório sem a supervisão de um professor 2) Realizar experimentos fora da bancada 3) O laboratório está aberto 4) Descarte incorreto dos resíduos.”	Satisfatória	P4-A6
“Houve falhas das estudantes pela falta de conhecimento de certos procedimentos como no descarte de resíduos onde não havia separação por propriedades físicas e químicas, além do acúmulo extremo- visto que, esvaziavam o galão a cada 2 meses. E como dito anteriormente, por não saber da inflamação do gás oxigênio.”	Satisfatória	P4-A7
“•Fazer os experimentos com pressa •Não seguirem as instruções para realizar os experimentos (duplas, observar os reagentes e os produtos, realizar o passo a passo na bancada) •Ter um galão de resíduos próximo ao local de se fazer outros experimentos e pior ainda, abri-lo sem observar se tinha algum reagente próximo.”	Satisfatória	P4-A8
“As falhas ocorreram no momento da execução, quando está trabalhando com elementos de diferentes naturezas sem seguir um padrão de segurança, o momento do descarte indica que houve uma falha, onde manipula-se resíduos que juntos podem gerar gases com efeito, ao manipular próximo ao um ponto de fogo acontecendo a explosão, o momento em que se está em um lugar com risco sem a presença de um responsável, como o próprio docente ou um técnico.”	Satisfatória	P4-A9
“Houve falha. A começar pela pressa em concluir o experimento, o qual deve ser realizado com calma e de forma segura (incluindo a distância de resíduos de outras reações químicas realizadas pouco tempo antes).”	Satisfatória	P4-A10

<p>“Inicialmente, a professora conta que 50% da turma não presta atenção nas medidas de segurança. Isso pode ter colaborado para que as meninas não tomassem o devido cuidado. As meninas relataram que o terceiro experimento fez uma sujeira danada e que ele foi realizado no chão do laboratório. Elas estavam com pressa e por isso acabaram descartando e limpando tudo de qualquer jeito. Elas juntavam todos os materiais, sólidos e líquidos, ácido e básico, tudo no mesmo galão. Elas relatavam que sempre faziam daquela maneira, ou seja, o acidente poderia acontecer a qualquer momento. O laboratório, pelo relato, estava aberto e tendo interferência do ambiente externo. Enquanto uma das garotas realizava o experimento, a outra estavam fazendo alguns descartes no galão de resíduos, isso pode ter colaborado para que o acidente ocorresse.”</p>	Satisfatória	P4-A11
<p>“O laboratório deve ser usado sempre em grupos, nesse caso, a dupla deveria fazer os experimentos juntas e atentando em cada experimento por vez. E nesse caso elas estavam fazendo os experimentos separadas pois estavam com pressa e fizeram quase no mesmo horário mais de um experimento. Inclusive, a aluna Y abriu o pote de rejeito dos experimentos anteriores no exato momento em que o bico de Bunsen estava aceso queimando a fita de magnésio uma segunda vez.”</p>	Satisfatória	P4-A12
<p>“Acessar o laboratório sem o técnico responsável ou o professor, manipular os materiais no chão do laboratório, misturar resíduos sólidos com líquidos, uso do celular durante as orientações excesso de experimento em um único dia.”</p>	Satisfatória	P4-A13
<p>“Sim, pois elas estavam realizando as práticas com muita pressa para se retirar da sala e realizar outras atividades. Com isso não tomaram as devidas medidas de segurança como não pegar os materiais com as luvas sujas com outro resíduo, não ficar tão próximas da prática.”</p>	Satisfatória	P4-A14
<p>“As falhas foram além de descartar os resíduos todos juntos, abrir o galão contendo gases inflamáveis e possivelmente tóxicos durante um experimento que utilizava o bico de Bunsen.”</p>	Satisfatória	P4-A15
<p>“Ocorreram várias falhas, algumas delas são: a pressa de concluir os experimentos, o descarte errado dos resíduos, o uso de algumas substâncias inflamáveis perto da chama, fazer experimentos no chão e limpeza inadequada da bancada etc.”</p>	Satisfatória	P4-A16
<p>“Sem EPI (apenas jaleco), abrir o galão de resíduos para descartar resíduos enquanto fazia outro experimento. Fazer a preparação de uma próxima etapa ou outro experimento sem terminar o anterior.”</p>	Satisfatória	P4-A17
<p>“Sim, possivelmente as alunas estavam com a porta ou janela aberta porque havia vento na sala. O segundo erro foi eles terem feito o experimento no chão. E possivelmente, eles fizeram o experimento com pressa, o que causou um provável descuido dos alunos e por fim misturaram vários componentes químicos em um mesmo local.”</p>	Satisfatória	P4-A18
<p>“Houve sim falha por parte das estudantes. Primeiro, por estarem fazendo tudo às pressas, em todo relato elas destacaram inúmeras vezes que uma estava fazendo uma</p>	Satisfatória	P4-A19

coisa, enquanto a outra estava tentando adiantar o seguinte; que por algum motivo queriam terminar rápido aquela atividade. Está falha resulta em várias outras, a pressa ocasiona descuido por falta de atenção. Na parte da limpeza da bancada ou das vidrarias para o experimento seguinte, pode ocorrer troca de algum reagente e outras inúmeras falhas. A estudante Y relata que sólidos deveriam ser colocados em pote na hora do descarte, mas as vezes esquecem de levar o pote e simplesmente ignoram e colocam sólidos misturados no galão. Isso enfatiza o descaso/falta de cuidado no laboratório. No mesmo tudo tem que ser executado com maior nível de atenção possível, pois o erro mínimo pode causar um grande estrago que foi o que ocorreu.”

<p>“Dentre as diversas falhas, cita-se primeiro o uso do celular por boa parte da turma durante a explicação das orientações para aquela prática e a preocupação com o tempo de execução dos experimentos, da partes dos estudantes, que aceleram a execução da prática que por mais simples que sejam precisam ser feitas com total atenção, para que saiam mais rápido da aula. Entretanto, o ocorrido mais gritante que é a causa mais provável do acidente, seria o descaso com o descarte dos resíduos dos experimentos, onde dentro do “galão”, como citado no texto, vários compostos se misturavam e os sólidos que deveriam estar separadas, são descartados no galão dos líquidos, galão esse que só seria descartado dali após o tempo estimado de 60 dias, outro grande erro de segurança. Além disso, conferir se X estava usando óculos, máscara e touca, que caso sejam utilizados diminuiriam o impacto da explosão.”</p>	Satisfatória	P5-A20
<p>“Basicamente, houve falha no processo de descarte dos produtos das reações entre os elementos. Em conjunto com a pressa para finalizar o experimento, as reações dos elementos e as ações das alunas resultou no acidente.”</p>	Satisfatória	P5-A21
<p>“À primeira vista o que chama mais atenção é a pressa dos alunos, em um laboratório por mais que sejam práticas simples tudo deve ser feito com cuidado e sem pressa. Como as duas alunas relatavam e a própria professora falou, os alunos têm pressa para acabar tudo de forma rápida para estar livre para outras atividades. Ou seja, levando em consideração a pressa e o fatídico erro de abrir o galão de resíduos ao lado de uma combustão de Mg, galão esse que vinha sendo colocado não somente resíduos líquidos como sólidos a pelo menos 1 mês, já que levou 2 meses para ficar cheio e estava na metade. Vale ressaltar que os alunos não sabiam de fato o que tinha de perigoso no galão de resíduos, descartando assim, falta de conhecimento químico.</p>	Satisfatória	P5-A22
<p>“As estudantes começaram os experimentos com o laboratório supostamente aberto, não fizeram o descarte corretamente dos resíduos e fizeram todos os experimentos com pressa e falta de atenção. A professora se mostrou ausente no laboratório durante todo o processo e os alunos não respeitaram as medidas de segurança.”</p>	Satisfatória	P5-A23

“Não houve atenção por parte dos estudantes. Quando as normas de segurança foram repassadas, os experimentos foram realizados de forma apressada.

Satisfatória

P5-A24

Vidrarias não são limpas da forma que deveria.

Materiais de experimentos foram deixados no laboratório sem aviso do que estaria guardado, houve um experimento antecessor a explosão que soltou gás.

A presença de iodo deixado por causa do primeiro experimento.

A falta da solicitação da presença e sugestão para ordem de experimentos que poderiam ser realizados de forma sequencial, ausência de equipamentos de segurança.”

“Sim. Houve muitas falhas por parte das estudantes, como por exemplo o fato delas terem realizado cinco experimentos distintos de forma consecutiva e ter deixado para descartar todos os resíduos de uma única vez antes mesmo do último experimento ser concluído. Além disso, as mesmas não realizaram os experimentos que cabia liberação de gases tóxicos / inflamáveis na capela e/ou com os EPIS adequados. Outra falha dos estudantes foi o fato de realizar tais experimentos sem a presença de um professor ou técnico para orientá-las no laboratório. A falta de conhecimento e a pressa para que concluísse logo é outra falha gravíssima de quem está manuseando tais compostos/equipamentos em laboratório.”

Satisfatória

P5-A25

“Houve uma desatenção na prática pois estavam fazendo com muita pressa, assim tornando perigoso e também identificado descartes de resíduos incorretamente.”

Satisfatória

P5-A26

“Houve falhas por parte dos estudantes, nos cuidados necessários que deveriam tomar em cada experimento com o descarte inadequado das soluções, a limpeza do ambiente de realização dos experimentos e a falta do conhecimento prévio dos cuidados necessários de segurança.”

Satisfatória

P5-A27

“Sim, o experimento foi realizado às pressas. O galão de descarte estava próximo a bancada em que estava sendo realizada a experimentação e provavelmente, a aluna estava sem os equipamentos de proteção individual como óculos de proteção e máscara.”

Satisfatória

P5-A28

“Pode-se dizer após a leitura da atividade que uma das maiores falhas foi a pressa para a realização dos experimentos. Fazendo uso de uma expressão popular: a pressa é inimiga da perfeição. Por conta disso, acabaram realizando experimentos no chão do laboratório, o que não é indicado, é importante usar a bancada para isso. É possível também que o descarte de resíduos não ocorreu de forma correta, misturando resíduos sólidos como os líquidos. Também pode-se dizer que outra falha por parte das estudantes foi não ter total conhecimento do que estavam manuseando na hora do experimento, dessa forma errando o manuseio e o descarte das substâncias.”

Satisfatória

P5-A29

“Uma falha que elas podem ter feito foi com o descarte do material. A aluna X no seu relato falou que evitam misturar as coisas sólidas dos líquidos, mas as vezes elas esquecem o frasco para descarte líquido e todo o

Satisfatória

P5-A30

conteúdo vai para o galão de descarte líquido. Talvez com esse erro, as alunas possam ter criado uma reação dentro do galão e quando a mesma foi aberta reagiu com o óxido de magnésio que estava no ar.”

“Os estudantes não prestavam atenção nas instruções ministradas pelo docente, realizaram os experimentos com prensa e realizaram o descarte de resíduos de forma inadequada.”	Satisfatória	P5-A31
---	--------------	--------

“As estudantes acabaram sendo descuidadas, no relato de ambas aparece que elas estavam com prensa, acho que a falha maior foi o descarte dos resíduos em um momento indevido a estudante Y diz que estava abrindo o galão de resíduos e ela foi a que se machucou mais durante a explosão.”	Satisfatória	P5-A33
---	--------------	--------

“A prensa sem dúvida alguma foi a maior falha dos mesmos os experimentos, independentemente do grau de dificuldade, devem ser realizados com calma e muita atenção pela dupla. A questão do descarte dos resíduos com um único recipiente e por um longo espaço de tempo, misturando assim diferentes substâncias é algo que deve ser levado em consideração mas que não é culpa única e exclusivamente das alunas. Embora seja importante ressaltar que caso houvesse uma experiência maior por partes das alunas, o acidente não teria ocorrido.”	Satisfatória	P5-A34
--	--------------	--------

“Falta de atenção dos alunos no momento em que o professor passa as orientações, preocupação em concluir rapidamente as práticas pode ter feito com que deixassem passar coisas importantes despercebidas.”	Satisfatória	P5-A35
---	--------------	--------

“A falta de atenção na orientação da professora já é um fator importante para a causa da explosão, pois ali pode ter deixado passar informações importantes. A prensa dos alunos em executar o experimento contribuiu para o acidente e a limpeza de forma rápida também, pois ao fazer as coisas nas pressas faltou a devida atenção que deveria ter em laboratório tanto no experimento quanto na limpeza do local.”	Satisfatória	P5-A36
--	--------------	--------

“Pela leitura, a falha por parte dos estudantes foi o mal descarte de resíduos e não houve uma limpeza adequada das vidrarias. O magnésio reagiu com outro composto que não deveria estar na vidraria.”	Satisfatória	P5-A37
---	--------------	--------

“As falhas por parte das estudantes estão na prensa para terminar o último experimento e a falta de conhecimento sobre como descartar os resíduos de forma adequada.”	Satisfatória	P5-A38
---	--------------	--------

“Ter prensa ao realizar os experimentos	Satisfatória	P5-A39
---	--------------	--------

Misturar resíduos sólidos e líquidos gerados

Falta de atenção nos processos de experimentos

Não ter cuidado ao manusear materiais inflamáveis.”

“As duas estudantes estavam um pouco apressadas para terminar, o que pode ter causado um descuido na hora de descartar os resíduos. O mais apropriado talvez fosse o descarte dos resíduos não ter ocorrido antes do fim desse experimento, ou pelo menos a aluna Y não ter se aproximado do experimento com o galão com os resíduos.”	Satisfatória	P7-A41
--	--------------	--------

“Sim, houve falhas ao realizar o experimento por parte das alunas em: fazer os experimentos às pressas, falta de conhecimento dos assuntos relacionados aos experimentos (cinética química), descarte irregular, já que o descarte de líquidos e sólidos no mesmo recipiente.”	Satisfatória	P7-A42
“Sim, as alunas X e Y descartavam os resíduos de forma inadequada, juntavam os resíduos sólidos e líquidos no galão, misturando soluções ácidas com óxido de magnésio, iodeto, entre outros.”	Satisfatória	P7-A43
“Houve falha pela parte das estudantes em relação ao descarte irregular dos resíduos dos outros experimentos. Como também, não saberem que a reação que estavam fazendo era uma reação que acontecia rapidamente (Cinética química). Além de fazerem próximo do suposto recipiente de descarte.”	Satisfatória	P7-A44
“Sim, em não analisar as fichas técnicas de cada componente e mistura todos sem conhecimento do que poderia reagir com os outros.”	Satisfatória	P7-A47
“As estudantes erraram ao realizar o experimento de forma rápida e não se atentarem aos resíduos gerados, além de descartarem todos os resíduos no mesmo recipiente e realizar o experimento da fita de magnésio perto desse recipiente.”	Satisfatória	P7-A48
“As estudantes fizeram descarte irregular dos reagentes utilizados nas demais práticas, além da prensa que as mesmas descreveram nos depoimentos.”	Satisfatória	P7-A49

Fonte: A autora (2023)

Tabela 5: Categorização das respostas da questão dois da situação problema classificadas em parcialmente satisfatória.

Resposta	Classificação	Período
“Sim. O resultado obtido sendo diferente do esperado já indica um alerta de falha no procedimento experimental. Uma falha drástica magnitude como essa aponta para um erro grotesco. Visto que não foi feito nada de diferente do roteiro da prática, indica que um fator externo interferiu. Alguma substância que estava sendo manuseada no descarte reagiu com o Mg do experimento. A falha das estudantes está em não considerar que os resíduos possam reagir com os reagentes.”	Parcialmente satisfatória, ocorreu um erro devido a forma em que a prática foi conduzida	P7-A40
“Sim, os estudantes não utilizaram capela, deixaram o rolo de Mg na bancada e fizeram experimentos que alternava a umidade sem ter previamente consultado ficha técnica dos reagentes (precauções e manuseios).”	Parcialmente satisfatória	P7-A46

Fonte: A autora (2023)

Tabela 6: Categorização das respostas da questão dois da situação problema classificadas em insatisfatória.

Resposta	Classificação	Período
“Houve falha pois não é comum que ocorram acidentes em experimentos aparentemente simples. Abrir um galão de resíduo, com gases tóxicos ao lado de um equipamento/instrumento que libera, logo não é algo que deveria acontecer.”	Insatisfatória, todo experimento está propenso a ocorrer acidentes	P5-A32
“A limpeza com apenas pano.”	Insatisfatória, porque não considerou as demais questões como pressa, descarte incorreto de resíduos, o uso de EPI's, descuido	P7-A45

Fonte: A autora (2023)

Ao considerar os dados obtidos referentes a segunda pergunta observou-se de modo geral a predominância de uma formação docente pautada no senso crítico e reflexivo.

Mediante as respostas categorizadas na tabela 2, pode-se inferir semelhanças entre as respostas e uma intersecção entre elas. De modo geral, é perceptível os aspectos referentes a falta de cuidado e pressa das estudantes durante a execução dos experimentos. Desatenção, o descarte e armazenamento incorreto dos resíduos, além da falta de conhecimento das propriedades dos reagentes químicos que seriam utilizados também foram identificados. Outros fatores como a ausência da docente responsável para supervisionar e auxiliar na condução do experimento e local inadequado para realizar a atividade experimental também foram problematizados.

Essas concepções que podem ser classificadas como potenciais unidades de sentido são observadas nas respostas dos licenciandos, como exemplo, o (a) aluno (a) A5 do P4 apontou alguns motivos que possam ter acometido o acidente como: “*Prática experimental sem supervisão técnica, vento no laboratório, descartar vários resíduos diferentes num mesmo recipiente e, às vezes, jogar o frasco de descarte sólido no mesmo local de descarte dos líquidos.*” Por sua vez, o (a) estudante A23 do P5 elencou que: “*As estudantes começaram os experimentos com o laboratório supostamente aberto, não fizeram o descarte corretamente dos resíduos e fizeram todos os experimentos com pressa e falta de atenção. A professora se mostrou ausente no laboratório durante todo o processo e os alunos não respeitaram as medidas de segurança*”. Essa situação também é descrita na hipótese evidenciada pelo (a) aluno(a) A42 do P7: “*Sim, houve falhas ao realizar o experimento por parte das alunas em: fazer os experimentos às pressas, falta de conhecimento dos assuntos relacionados aos*

experimentos (cinética química), descarte irregular, já que o descarte de líquidos e sólidos no mesmo recipiente.”

Vale ressaltar que somente os alunos A1, A17, A20, A24, A25, A28 ponderaram e destacaram sobre a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPI's) para prevenir e remediar acidentes. O uso de EPI é imprescindível nas aulas práticas e rotina de um químico. Os EPI são utensílios que devem ser utilizados durante práticas experimentais para evitar e amenizar a ocorrência de acidentes, mantendo a integridade física preservada. Luvas, máscaras, óculos e jalecos são exemplos de EPI (Machado; Mól,2007; USP-Instituto de química,2004). O A24 do P5 alegou que a *“ausência de equipamentos de segurança”* contribuiu para a gravidade do acidente. O A25 do P5 declarou que as estudantes *“não realizaram os experimentos que cabia liberação de gases tóxicos / inflamáveis na capela e/ou com os EPIS adequados”*.

É preponderante nas respostas sumarizadas (A1, A3, A4, A5, A8, A10, A14, A18, A21, A22, A26, A27, A28, A29, A31, A33, A34, A35, A36, A38, A39, A41, A42, A48, A49) o fator da pressa, desatenção durante as explicações ou manuseando reagentes.

Um fator relevante formulado pelos discente (A1, A5, A24, A25) é quanto a organização da atividade experimental, da forma sequencial com cinco experimentos em apenas uma aula não foi viável pois as estudantes realizaram a prática experimental com pressa propiciando um acidente. Como foi expresso pelo A1 do P4: *“Realizaram muitos experimentos”*. O A5 do P4 enunciou que um dos motivos seria *“Experimentos diversificados realizadas um em seguida do outro, sem levar em consideração os riscos conjuntos de cada um”*. O A25 do P5 respondeu que: *“Houve muitas falhas por parte das estudantes, como por exemplo o fato delas terem realizado cinco experimentos distintos de forma consecutiva”*. Dessa maneira, é plausível repensar quanto a preparação da prática experimental em relação ao tempo empregado para realizar cada experimento e a quantidade de experimentos, evitando assim imprudências.

Um dos perigos em relação a prática laboratorial é se acostumar com o ambiente e ao decorrer do tempo deixar de ter os cuidados essenciais nesse espaço. Assim como afirmou o A4 do P4 que as ações realizadas erradas pelas estudantes como a pressa e o descarte incorreto de resíduos, demonstra a falta de consciência por parte delas. O A5 do P4 atentou que *“os estudantes não dão muita atenção e seriedade a segurança no laboratório”*. E o A39 do P5 falou que uma das possíveis causas foi *“Não ter cuidado ao manusear materiais inflamáveis.”*

Reitera-se novamente a importância de um descarte correto de resíduos. Essa preocupação e hipótese é predominante nas respostas (A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A11, A12, A13, A15, A16, A17, A19, A21, A22, A26, A27, A29, A31, A32, A33, A34, A37, A39, A40,

A41, A42, A43, A44, A48, A49). O A41 do P7 afirmou que *“A falha das estudantes está em não considerar que os resíduos possam reagir com os reagentes.”* O A43 do P7 formulou que um dos motivos seria porque *“as alunas X e Y descartavam os resíduos de forma inadequada, juntavam os resíduos sólidos e líquidos no galão, misturando soluções ácidas com óxido de magnésio, iodeto, entre outros.”*

Outra ideia formulada pelos discentes (A7, A12, A29, A46, A47) é a falta de conhecimento em relação as substâncias usadas e manuseadas nos experimentos. O A7 do P4 declarou que *“houve falhas das estudantes pela falta de conhecimento de certos procedimentos como no descarte de resíduos onde não havia separação por propriedades físicas e químicas”*. O A12 do P4: *“Inclusive, a aluna Y abriu o pote de rejeito dos experimentos anteriores no exato momento em que o bico de Bunsen estava aceso queimando a fita de magnésio uma segunda vez.”* A29 do P5: *“Também pode-se dizer que outra falha por parte das estudantes foi não ter total conhecimento do que estavam manuseando na hora do experimento, dessa forma errando o manuseio e o descarte das substâncias.”* A42 do P7: *“falta de conhecimento dos assuntos relacionados aos experimentos”*. O A46 e A47 sublinham a importância de consultar a ficha técnica dos reagentes que serão utilizados, com o A47 acrescentando a falta de conhecimento ao manusear tais reagentes.

Um aspecto interessante de se observar nas respostas (A1, A5, A6, A9, A13, A23, A25) é que é fundamental a presença de um docente ou técnico responsável durante a prática. O A6 do P4 elencou que: *“Está realizando práticas no laboratório sem a supervisão de um professor”*, A13 do P5: *Acessar o laboratório sem o técnico responsável ou o professor*, A25 do P5: *“Outra falha dos estudantes foi o fato de realizar tais experimentos sem a presença de um professor ou técnico para orientá-las no laboratório”*.

Adicionalmente, tem-se respostas classificadas como insatisfatória como a apresentada pela(o) (a) estudante A45 do P7, pois este afirmou que a provável falha seria: *“A limpeza com apenas pano.”*, não considerando as demais questões envolvidas como a pressa, descarte incorreto de resíduos, o uso de EPI's e a ausência de supervisão. O aluno A32 do P5 também faz considerações superficiais ao mostrar que: *“Houve falha pois não é comum que ocorram acidentes em experimentos aparentemente simples. Abrir um galão de resíduo, com gases tóxicos ao lado de um equipamento/instrumento que libera, logo não é algo que deveria acontecer.”* Essa narrativa desconsidera que acidentes podem ocorrer durante toda a execução do experimento, mesmo quando estes são caracterizados como simples. Um professor de química em formação inicial precisa compreender que se durante a execução de qualquer

atividade prática não houver cuidados e equipamentos necessários para a segurança e boa condução isso contribui para gerar acidentes e dificultar apropriação do conhecimento químico.

A última pergunta questionava se caso as causas do acidente fossem identificadas, quais seriam as medidas de segurança para prevenção de novos acidentes. Tendo em vista os argumentos elencados nas Tabela 7,8 e 9, constata-se a inegável similaridade entre as respostas, ao estabelecer aspectos gerais que poderiam ser adotados para prevenir a ocorrência de acidentes.

Tabela 7: Categorização das respostas da questão três da situação problema classificadas em satisfatória.

Resposta	Classificação	Período
“Nada disso teria acontecido com os avisos e supervisões adequados. Um experimento com grau de perigo desse, completamente banalizado pela professora. E aparentemente não tinha chuveiro para colocar elas! E jamais colocar essa quantidade de experimentos em um único dia. Por fim, garantir que todos os alunos estejam protegidos com seus equipamentos.”	Satisfatória	P4-A1
“As medidas de segurança a serem feitas: deveriam ser pensado as sequências dos experimentos para que os reagentes que interagem facilmente e que formam compostos perigosos fossem evitados. Realizar os procedimentos com calma e cautela. Antes de realizar qualquer procedimento pedir orientação do professor e seguir o roteiro pré-estabelecido e não realizar reações por contra própria só porque as reações são “bonitinhas”. Fazer o descarte adequado dos produtos, escritos de maneira adequada.”	Satisfatória	P4-A2
“No relato x e y estavam com pressa, então, a limpeza da bancada não estaria apropriada. Possivelmente, a professora não estava supervisionando a prática de X e Y. O vento no laboratório não deveria acontecer. Cabelo possivelmente solto. Equipamentos de proteção e de segurança. Galão de descarte muito tempo sem coleta.”	Satisfatória	P4-A3
“Várias medidas podem ser adotadas neste caso. São elas: descarte correto dos resíduos, EVITAR práticas seguidas que possam reagir entre si, ter supervisão de um técnico ou professor durante as práticas, fazer os experimentos na bancada ou na capela (a depender da toxicidade), não ter pressa para fazer os experimentos, não deixar ter vento no laboratório, usar os EPI's corretamente e separar os materiais que serão utilizados (elas mesmas).”	Satisfatória	P4-A4
“Realizar o descarte correto dos resíduos.”	Satisfatória	P4-A5

Realizar as práticas de laboratório com a supervisão de um professor.”

“Primeiramente, é necessário que haja um técnico de laboratório (ou a própria docente) auxiliando os estudantes em seus experimentos. Ademais, capturar maior atenção dos alunos durante as explicações de medida de segurança, riscos dos experimentos e procedimentos de cada material em todas as aulas, não apenas no início do semestre.”	Satisfatória	P4-A6
<p>“1) Sempre fazer os experimentos com calma e um de cada vez</p> <p>2) Fazer os experimentos com supervisão</p> <p>3) Ter uma pessoa para não fazer o experimento sozinho para que ela possa ajudar caso um acidente aconteça</p> <p>4) Não fazer práticas que possam causar problemas quando se juntam, como no caso da fita de magnésio e o gênio da garrafa..”</p>	Satisfatória	P4-A7
“As medidas de segurança iniciam pela postura dentro do laboratório onde não se pode ter pressa e seguir as orientações de segurança de cada substância trabalhada, limpeza adequada dos materiais usados e das bancadas.”	Satisfatória	P4-A8
<p>“1) Realização de experimentos com instrumentação correta e dentro das normas de segurança em laboratório</p> <p>2) Separar resíduos em locais seguros</p> <p>3) Efetuar experimentos em locais fechados e com temperatura adequadas</p> <p>4) Realizar experimentos próximo ao professor, que vai orientar o aluno.”</p>	Satisfatória	P4-A9
“Primeiramente, é necessário reforçar as regras do laboratório fazendo com que todos fiquem atentos. Em um laboratório existem materiais que possuem riscos diversos de entrarem em contato com outros elementos. As meninas não deviam realizar experimentos com pressa, deviam fazer a higienização do ambiente de maneira minuciosa e descartar os materiais de maneira correta.”	Satisfatória	P4-A10
“Estar com o laboratório fechado e com uma temperatura regulada; fazer os experimentos com mais de uma pessoa e na presença de um técnico ou professor; não manusear materiais que não estejam fazendo parte do experimento em questão; usar os EPI’S corretamente (inclusive prender o cabelo)..”	Satisfatória	P4-A11
<p>“Evitar o uso de celular durante práticas e orientações.</p> <p>Evitar manipular material fora das bancadas.</p> <p>Utilizar capela quando reações liberam gás tóxico ou inflamável.</p> <p>Evitar manipular gás inflamável próximo ao fogo.</p> <p>Uso do EPI’s.”</p>	Satisfatória	P4-A12
“Medidas básicas são: sempre utilizar o cabelo preso, jaleco, máscara e óculos de proteção; não abrir os	Satisfatória	P4-A14

descartes enquanto utiliza processo de combustão. Descartar os resíduos de forma correta e dividida.”

“Descartar os resíduos de forma correta, fazer a limpeza da bancada, ter destreza em executar os experimentos e a importância de ter um professor orientando.”	Satisfatória	P4-A15
“Utilização de EPI, atenção nas orientações e riscos que podem acontecer durante o experimento, não ter pressa em concluir o experimento, não levar resíduo para bancada e ter um docente observando tudo.”	Satisfatória	P4-A16
“Primeiramente, deve-se ter mais cuidado ao manusear materiais químicos, pois podemos ver um certo desleixo das alunas em relação ao experimento. E também deve ter algum responsável para orientar os alunos na hora do experimento, e por último o descarte para a incineração deve ocorrer com frequência.”	Satisfatória	P4-A17
“A presença do professor para a realização do experimento é indispensável, uma vez que o mesmo está sendo feito por estudantes. Uma maior atenção e cuidado com os reagentes e com a realização dos experimentos também é algo que não pode ser ignorado. Não ter pressa para realizar os experimentos e salvar e executar as regras básicas de proteção/segurança para o laboratório.”	Satisfatória	P4-A18
“Primeiro, a proibição do uso de celular, o cuidado ao seguir atentamente todas as etapas da prática, segundo a checagem do uso dos equipamentos de proteção individual (E.P.I's) de cada estudante, mas o cuidado mais importante, tomando os depoimentos como base, seria justamente o cuidado com descarte dos resíduos, separando sólidos de líquidos, separando também cada reação líquida e cada reação sólida realizada em recipientes diferentes, não os deixando armazenados ali por muito tempo para que outras reações não venham a acontecer.”	Satisfatória	P5-A19
“Separar os resíduos corretamente, assim como realizar o descarte apropriado e com a frequência correta. Disposição de mais tempo para os experimentos. Aparato térmico (E.P.I's) apropriado como jalecos, luvas, óculos, máscaras, chuveiro, entre outros.”	Satisfatória	P5-A20
“Em primeiro lugar uma orientação realmente eficiente nesse caso é de extrema importância, para que fique claro que um laboratório não é “playground” para se brincar e nem uma pista de corrida para fazer tudo as pressas. Em seguida, o entendimento do experimento e o conhecimento real dos resíduos são de extrema importância, já que foi o desconhecimento químico que ocasionou esse acidente. Em terceiro lugar, o descarte de resíduos de forma correta e eficiente sem ter que juntar resíduos sólidos e líquidos em um mesmo lugar e ainda mais esperar dois meses para tudo isso ser incinerado. Por último, as instruções em caso de que algo dê errado, já que todos se desesperavam e acabam machucando uma aluna.”	Satisfatória	P5-A21
“Orientação por parte dos professores sobre os perigos em laboratório, usar todos os acessórios de segurança e fazer o descarte correto dos resíduos ao final do experimento.”	Satisfatória	P5-A22
“Resíduos serem evaporados de forma adequada.	Satisfatória	P5-A23

Utilização do equipamento de segurança no momento da explosão. Falta organização.

Manter o laboratório em um ambiente fechado e em temperatura ambiente.

Guardar os materiais de forma adequada.

Realizar a limpeza após o experimento.”

“Todo cuidado é pouco quando se manuseia produtos químicos independentemente de estar ou não em um laboratório. As medidas de segurança são inúmeras e aqui irei citar algumas delas que inclusive teria evitado esse ocorrido.	Satisfatória	P5-A24
---	--------------	--------

Em primeiro lugar, é de suma importância que se tenha conhecimento e que se faça uso dos EPIS essenciais e obrigatórios em laboratório.

Além de ter total conhecimento dos químicos que estão manuseando e das reações que serão formadas.

Após realizar algum experimento fazer a limpeza das vidrarias utilizadas e do local que foi realizada.

Além do armazenamento/descarte correto (quando necessário) de todos os materiais utilizados. Principalmente se em seguida for realizar novos experimentos no local.

Fazer uso da capela com o exaustor ligado e não abrir em hipótese alguma o barril de descarte de resíduos durante a execução de um experimento.”

“Estar devidamente equipados com os EPIS, atenção máxima em que está fazendo, e não estar com pressa para acabar mais rápido.”	Satisfatória	P5-A25
--	--------------	--------

“Para a prevenção de novos acidentes, deveriam ser tomados as seguintes precauções:	Satisfatória	P5-A26
---	--------------	--------

Limpeza adequada do ambiente da realização do experimento

Descarte correto dos resíduos obtidos

Cuidado com a formação de vapores que podem conter reagentes altamente reativos com a presença de calor.”

“Para prevenir futuros acidentes é importante ocorrer novamente uma aula sobre as medidas de segurança e como é necessário prestar atenção nos rótulos de segurança das substâncias que são manuseadas. E como os resíduos produzidos em aula experimental devem ser descartados, a maneira correta de cada substância produzida, que se devia fazer um estudo prévio de cada experimento que for realizado.”	Satisfatória	P5-A27
---	--------------	--------

“Os itens para descarte dos materiais não deveriam ficar próximos a área onde são realizados os experimentos. Como a aluna X comentou, as vezes elas esquecem o frasco do descarte sólido, como uma outra forma de prevenção desses acidentes, o frasco de descarte de resíduos sólidos e o galão de resíduos líquidos deveriam	Satisfatória	P5-A28
---	--------------	--------

ser bem sinalizados para não acontecer dos alunos esquecerem. Outra questão para prevenir os acidentes seria a proibição de utilizar os celulares durante as aulas de laboratório para evitar a dispersão dos alunos durante a explicação dos experimentos e das práticas de segurança.”

“Proibir uso de aparelhos celulares durante explicações, não realizar os experimentos com pressa e realizar o descarte de resíduos de forma adequada.”	Satisfatória	P5-A29
--	--------------	--------

“O descarte deve ser feito de maneira correta e apenas depois que todos os estudantes finalizarem seus experimentos a limpeza da bancada também é essencial, pois qualquer resíduo pode causar um acidente, outro ponto são as entradas de ar no laboratório isso deve ser checado antes pois é um local que deve estar fechado todo momento.”	Satisfatória	P5-A31
--	--------------	--------

“Descarte de resíduos sólidos e líquidos em recipientes separados.	Satisfatória	P5-A33
--	--------------	--------

Realização das práticas experimentais com calma e total atenção.

Atenção as orientações do processo, antes e durante o experimento.

Em caso de acidente, manter a calma, não entrar em pânico, realizar a evacuação do local de forma organizada.

Reconhecimento e descarte de resíduos ao final de cada prática.”

“Os discentes devem estar atentos as orientações fornecidas a eles antes de realizarem os experimentos e devem estar atentos ao descarte correto de materiais, como alguns não devem ser descartados juntos..”	Satisfatória	P5-A34
--	--------------	--------

“Deve-se descartar os resíduos de todos os experimentos de forma adequada e não apenas jogar em um galão ou pote.”	Satisfatória	P5-A37
--	--------------	--------

“Não manusear materiais inflamáveis perto do fogo.	Satisfatória	P5-A38
--	--------------	--------

Ter atenção na execução dos experimentos.

Ter cuidado com os resíduos gerados e a separação deles

Não se abalar com o fator tempo nos experimentos, pois pode atrapalhar.”

“• Não misturar resíduos de experimentos diferentes em um mesmo recipiente • O descarte apropriado e seguro de cada resíduo ser feito o mais rápido possível • Pedir a identificação das reações e dos resíduos gerados.”	Satisfatória	P7-A40
---	--------------	--------

“Manter longe o descarte de outros recipientes, fazer esses experimentos na capela, uso de óculos e máscara, maior supervisão.”	Satisfatória	P7-A41
---	--------------	--------

“A principal medida que deve ser adotada é a separação dos resíduos de forma adequada; separar as soluções líquidas de sólido e não deixar os resíduos próximos demais dos experimentos, pois os resíduos podem entrar em contato com os reagentes dos demais experimentos.”	Satisfatória	P7-A42
--	--------------	--------

“Descarte seletivo dos resíduos obtidos dos experimentos; Satisfatória P7-A43

Uma presença maior da professora durante os experimentos;

Manter os potes de descarte afastados dos locais de experimentação.”

“Algo que acredito que ajudaria seria uma pesquisa sobre descarte e interação entre as substâncias descartadas.” Satisfatória P7-A44

“Ler previamente as fichas técnicas dos reagentes; utilizar capela; estar atento ao experimento; usar EPIs e EPCs.” Satisfatória P7-A45

“Descarte correto e não misturar resíduos sem conhecimento prévio.” Satisfatória P7-A46

“Para evitar acidentes como esse, os resíduos gerados devem ser descartados em lugares adequados e de forma isolada. Os estudantes também devem ter conhecimento sobre reatividade das reações.” Satisfatória P7-A47

“Uma das medidas de segurança seria separar os materiais para descarte correto, outro ponto seria ter um professor presente para auxiliar a prática.” Satisfatória P7-A48

Fonte: A autora (2023)

Tabela 8: Categorização das respostas da questão três da situação problema classificadas em parcialmente satisfatória.

Resposta	Classificação	Período
“Trocar as luvas ou as higienizar para usá-las novamente, não ficar tão próximo da prática para que não haja acidentes físicos tão graves como esse e usar equipamentos de proteção.”	Parcialmente satisfatória	P4-A13
“No depoimento não é citado o uso de EPI. A utilização de óculos e máscaras, seria o ideal para a realização de uma sequência de experimentos com produtos que podem causar acidentes em contato com outros.”	Parcialmente Satisfatória	P5-A30
“Haver um descarte corretamente dos resíduos e limpar corretamente as vidrarias.”	Parcialmente Satisfatória	P5-A36
“A cada experimento limpar o local e as vidrarias corretamente para eliminar qualquer resíduo, ao ser queimado, tira imediatamente as vestimentas e correr para o chuveiro.”	Parcialmente Satisfatória	P5-A35
“Fazer o descarte em ambiente separado ou em momento distinto do momento da prática.”	Parcialmente Satisfatória	P7-A39

Fonte: A autora (2023)

Tabela 9: Categorização das respostas da questão três da situação problema classificada em insatisfatória.

Resposta	Classificação	Período
“Houve falha pois não é comum que ocorram acidentes em experimentos aparentemente simples. Abrir um galão de resíduo, com gases tóxicos ao lado de um	Insatisfatória, todo experimento está propenso a ocorrer acidentes	P5-A32

equipamento/instrumento que libera, logo não é algo que deveria acontecer.”

Fonte: A autora (2023)

Perante a conclusão obtida pela resolução da questão três, é evidenciado e reiterado aspectos mencionados anteriormente, como a importância do papel do docente para supervisionar e ajudar durante a prática, executar os experimentos com cautela e atenção, limpeza e organização da bancada, gerenciamento, sinalização e separação correto dos resíduos produzidos, evitar o uso de celular, utilizar equipamentos de proteção individual e diminuição da quantidade de experimentos, além da organização para realizar os experimentos de forma que não ocorra interações entre os reagentes, impedindo a formação de produtos inflamáveis, sendo caracterizados como possíveis unidades de sentido.

Quanto a evitar acidentes futuros, o (a) aluno(a) A1 do P4 atentou-se a expressiva quantidade de experimentos: “... *E jamais colocar essa quantidade de experimentos em um único dia. Por fim, garantir que todos os alunos estejam protegidos com seus equipamentos.*” Sua resposta demonstra preocupação quanto ao planejamento e organização da atividade experimental, além do uso de EPI’s para maior segurança.

Em contrapartida, o (a) discente A29 do P5 ressaltou a importância de que o uso do celular pode atrapalhar e causar desatenção durante a prática, além da condução ser feita com pressa possibilitando um acidente e do descarte incorreto de resíduos: “*Proibir uso de aparelhos celulares durante explicações, não realizar os experimentos com pressa e realizar o descarte de resíduos de forma adequada.*”

Outro ponto que cabe destacar são os argumentos usados pelos estudantes do sétimo período que propuseram que antes de realizar o experimento, fosse considerado conhecer mais sobre as propriedades dos reagentes a serem utilizados. Note que a A44 do P7 discorreu que: “*Algo que acredito que ajudaria seria uma pesquisa sobre descarte e interação entre as substâncias descartadas.*” E o A47 do P7 indicou que: *Os estudantes também devem ter conhecimento sobre reatividade das reações.*”

Diante do exposto, sobressai a premente necessidade de estabelecer recursos didáticos que possam demonstrar quais são as normas de segurança e os cuidados que devem ser tomados quando se estar em um laboratório aos discentes antes de iniciar disciplinas experimentais.

É significativo mencionar sobre qual foi o comportamento dos estudantes durante a aplicação da SP. Os alunos apresentaram interesse e participação durante a resolução e que foi possível perceber que ficaram instigados e curiosos, como exemplo, uma determinada aluna

disse que parecia que estava resolvendo uma investigação como em uma série e diversos alunos após responderem a SP ficaram questionando qual seria a solução para as perguntas respondidas.

Salienta-se a importância de consolidar nas aulas de química, recursos pedagógicos e atividades que instiguem e levem os alunos ao interesse de pensar e refletir. Ou seja, durante a explicação de conteúdos de química específicos, que seja proposto discussão, diálogos, contextualização, uso de metodologias ativas de ensino para que o aluno possa tornar-se reflexivo e ter um conhecimento estruturado, focado na aprendizagem e não na memorização. Pois infelizmente ainda vislumbra-se no ensino superior, que alguns docentes possuem um ensino pautado apenas na importância de repassar o conteúdo, sem considerar outros recursos pedagógicos que podem ser adotados para facilitar a aprendizagem do aluno. Um dos motivos é a reprodução do comportamento dos professores que eles tiveram durante a vida e a sua formação docente.

Para tanto, é necessário encerrar com esse ciclo vicioso, porque acarreta malefícios na formação docente de profissionais que irão atuar posteriormente na educação básica, pois propicia condutas inadequadas, em que o foco é direcionado somente em resultados nas avaliações, deixando de lado o verdadeiro sentido que é o de formar profissionais capacitados para atuar em sua área e poder ajudar a mudar e contribuir na educação brasileira.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da aprendizagem baseada em problema permitiu compreender como se dá o processo de construção do conhecimento químico nos discentes em formação inicial. A situação problema abordava conceitos básicos relativos a elementos representativos da tabela periódica por meio de experimentos e as normas de segurança no laboratório, assuntos esses essenciais na formação de um químico através de um acidente fictício.

A partir dos resultados e discussões, é notório certa dificuldade de propor uma explicação pautada em conhecimento químico pelos discentes em formação inicial nas respostas apresentadas acima. Outra questão que pode ser indagada para a imprecisão das estratégias da apropriação do conhecimento químico é não ter tido anteriormente no ensino médio uma boa estruturação da disciplina de química, causando dificuldades de compreensão ao ingressar no ensino superior. Esse trabalho ainda contribui para a seguinte indagação, em termos de aprendizagem o que realmente acontece na sala de aula onde os professores em formação inicial aprendem química? Promover a aprendizagem aprofundada ainda parece ser uma tarefa árdua para os professores formadores. O principal obstáculo reside na incapacidade dos alunos de demonstrar uma boa compreensão de conceitos muito básicos do assunto. Apesar de enfrentarem tal desafio, os professores parecem empenhados em ensinar a sua disciplina. As implicações dos resultados desse estudo são explicadas no contexto das narrativas apresentadas pelos professores em formação inicial, enfatizando a necessidade de sincronização e integração de esforços por parte de todos nas universidades públicas federais.

No entanto, pelas resoluções coletadas, depreende-se que utilizar uma situação-problema propicia a formulação de ideias e hipóteses diante das respostas obtidas para as três questões, porque cada aluno teve seu modo de raciocinar e de aprender. Acrescido a isso, a utilização de metodologias ativas desenvolve um senso crítico e reflexivo acerca de determinadas questões que contribuem para o ensino e aprendizagem dos discentes.

Em virtude das ponderações levantadas mediante a situação problema, vislumbra-se a importância de se potencializar e elucidar metodologias que possam auxiliar na compreensão de conceitos fundamentais da química. Portanto, por meio da utilização e análise da situação-problema pode-se desencadear a conscientização nos docentes da instituição e nos próprios alunos para que mudanças possam ocorrer quanto a forma de aprender e ensinar, como também ser uma forma dos futuros docentes de utilizar dessa ferramenta em sala de aula.

Embora as competências técnicas sejam obviamente importantes, parte do que professores formadores fazem nos cursos de licenciatura em química é preparar os alunos para

realizarem investigação, e praticar a resolução de problemas no contexto prático e teórico. Além disso, enfatiza-se por este trabalho que a resolução de problemas também constitui um importante campo de pesquisa na educação científica.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; LAVERMAN, L.; JONES, L.. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7.ed.. Porto Alegre: Bookman, p.830,2018.
- BARBOSA, E. F. MOURA, D. G. de. Metodologia Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago. 2013.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1.ed. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BATINGA, V. T. S. A resolução de problemas nas aulas de química: concepções de professores de química do ensino médio sobre problema e exercício. In: XV Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ, 2004, Brasília. **Anais [...]** Brasília: XV ENEQ, 2010.p.1-12.
- BORGES, P. B. P.; GOI, M. E. J. Implementação das Estratégias Didáticas de Resolução de Problemas Articuladas à Experimentação Publicadas em Atas do ENPEC: Uma Revisão de Literatura. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 171–195, 2021. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3756> . Acesso em: 01 set. 2023.
- BOROCHOVICIUS, E., TORTELLA, J.C.B.. Aprendizagem baseada em problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 263-294, 2014.
- BROWN, T. *et al.* **Química: a ciência central**. 13 ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil,2016.
- CAMARGO, F.; Por que usar metodologias ativas de aprendizagem? In:CAMARGO, F.; DAROS, T. (org.). **A Sala de Aula Inovadora**: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.
- CAVALCANTI, L. S.. Cotidiano, Mediação Pedagógica e Formação de Conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia. **Caderno Cedes**, v.25, n.66, p. 185-207,2005.
- CRUZ, F.S. **Formação docente sobre os conceitos de ligações iônicas e o desenvolvimento de uma metodologia de aprendizagem por resolução de situações-problema**. 2015.Tese (Pós-graduação em Química) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p.95,2015.
- CRUZ, F.S.; ARENAS, L.T; PASSOS C.G. Uma proposta de formação docente através da metodologia de Resolução de Problemas associado ao conteúdo de Ligações iônicas. **Química Nova**, vol. 41, n. 4, 468-475, 2018.

DAROS, T. Por que inovar na educação? In: CAMARGO, F.; DAROS, T. (org.). **A Sala de Aula Inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018.

DUARTE, E.E.C.; PORTES, L.F. O ensino remoto emergencial nas universidades estaduais paranaenses em tempos de pandemia. In: MARTINEZ, F.W.M; CARRERI, M.L.; SALIBA, M. G (Orgs.). **Educação, tensões e desafios contemporâneos**. Negacionismos, Covid-19, “ensino” remoto e outras questões do nosso tempo. Vol. II. São Carlos: Pedro & João Editores; Cornélio Procópio: Editora UENP. 2022. p.89-118

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ECHEVERRÍA, A. R; SOARES, M.H.F.B. Um núcleo de pesquisa em ensino de ciências (NUPEC) e a mudança nos parâmetros da formação inicial e continuada de professores. In: ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs.) **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007. p.171-189.

FILATRO, A; CAVALCANTI, C.C. **Metodologias Inovativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GABRIEL, F.A. PEREIRA, A.L. Desafios de educar durante a pandemia da covid-19: percepções de professores da educação básica. In: MARTINEZ, F.W.M; CARRERI, M.L.; SALIBA, M. G (Orgs.). **Educação, tensões e desafios contemporâneos**. Negacionismos, Covid-19, “ensino” remoto e outras questões do nosso tempo. Vol. II. São Carlos: Pedro & João Editores; Cornélio Procópio: Editora UENP. 2022. p.119-140.

GESSINGER, H. Infinita highway. In: A revolta dos dândis. Faixa, 03. São Paulo, 1987.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GRESLER, L.A.; **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**- 2. Ed. Ver.atual- São Paulo: Loyola, 2004. p.295.

IUPAC. Compêndio de Terminologia Química, 2ª ed. (o "Livro de Ouro"). Compilado por AD McNaught e A. Wilkinson. Publicações Científicas Blackwell, Oxford (1997). Versão online (2019-) criada por SJ Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. <https://doi.org/10.1351/goldbook>.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological?. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

_____. The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70 n. 9, p. 701-705, 1993.

_____. You Can't Get There from Here. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2009.

KOTZ, J.C; TREICHEL, P.M.; WEAVER, G.C. **Química geral e reações químicas**. São Paulo: Cengage Learning, p.611, 2013.

LOPES, A.R.C. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. **Química Nova na Escola**, v. 1, n.2, p. 7-9, 1995.

LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; MARSDEN, M.; ALVES, N. G.. Experiência no Ensino de Química Toxicológica. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p.1275-1280, 2011.

MACHADO, A.H.; MORTIMER, E.F. Química para o ensino médio: Fundamentos, Pressupostos e o Fazer Cotidiano. In. ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. (Orgs.) **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007. p.21-41.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. de S. Experimentando Química com Segurança. **Química Nova na Escola**. n. 27, p. 57-60. 2008.

MALDANER, O.A. **A formação inicial e continuada de professores de química: professor/pesquisador..** Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

MEDEIROS, D. R.; GOI, M. E. J. .. Metodologia de resolução de problemas: uma revisão de literatura. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v.4, n.11, p.309-328,2018.

MINAYO, M. C. S. (Org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAN, J.: Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. (Parte 1). In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre, Penso, 2018.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, n. 2, v. 23 p. 273-283, 2000.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações. Concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, n. 2, nov. 1995.

POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G. A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J.I.; **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Rio Grande do Sul: Universidade Resvale, 2013.

QUADROS, A.L. ; MORTIMER, E.F. **Aulas no Ensino Superior: Estratégias que envolvem os estudantes**. 1. ed. Curitiba: Appris Editora, 2018. v. 1.p.243.

RIBEIRO, L.R.C. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior**. São Carlos:EdUFSCar,2008. p.151.

ROCHA-FILHO, R.C.; SILVA, R. R.. **Cálculos básicos da química**. São Carlos: EdUFSCar, p.281,2022.

ROSA, M. I. F. P.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35, 1998.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisa para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n.1, p.27-31,1995.

SCHNETZLER, R.P.; ANTUNES-SOUZA, T. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em Química. **Química Nova**, v.42, n.8, p.947-954, 2019.

SILVA, E. L., MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**.4. ed.rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005, p.138.

THIOLLENT, M.. **Metodologia da Pesquisa-ação** [livro eletrônico]. 1. ed.- São Paulo: Cortez, 2022.