

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

Experimentation in initial training: investigative aspects and evidences of chemical thinking

Fernanda Garcia de Almeida
Fabiele Cristiane Dias Broietti
Universidade Estadual de Londrina (UEL)
Londrina/PR-Brasil

Resumo

A experimentação é uma estratégia que pode auxiliar na aprendizagem dos conceitos, conduzindo os estudantes a construir uma relação mais estreita com a teoria. Considerando a importância de discussões acerca da experimentação na formação inicial docente, este trabalho objetiva analisar roteiros de aulas experimentais elaboradas por licenciandos em Química no decorrer de uma disciplina a fim de encontrar indícios que caracterizem uma atividade experimental de natureza investigativa e se estas possibilitam o desenvolvimento do pensamento químico. Mediante as análises, foi constatado que os roteiros permitiram o envolvimento em uma série de habilidades, como a argumentação, a reflexão, a elaboração de hipóteses e a tomada de decisão, além de oportunizarem que os estudantes desenvolvam o conhecimento sobre o conteúdo além dos saberes sobre a natureza da Química e o papel desta na sociedade. Dessa forma, reforça-se a importância de discutir referenciais que fundamentam e estruturam as atividades experimentais na formação inicial docente.

Palavras-chave: Pensamento químico; Atividade experimental; Formação inicial

Abstract

Experimentation is a strategy that can help in learning concepts, leading students to build a closer relationship with theory. Considering the importance of discussions about experimentation in pre-service teacher education, the present work aimed to analyze scripts of experimental classes prepared by undergraduate students in chemistry, during a discipline, looking for signs that characterize an experimental activity of an investigative nature, and if these allowed the development of chemical thinking. Through the analysis, we found that the scripts allowed the involvement in a series of skills such as argumentation, reflection, the elaboration of hypotheses, and decision-making, in addition to providing opportunities for students to develop content knowledge in addition to knowledge about the nature of chemistry and its role in society. Thus, we reinforce the importance of discussing references that underlie and structure experimental activities in pre-service teacher education.

Keywords: Chemical thinking; Experimental activity; Pre-service Teacher Education

1. Introdução

As tarefas de carácter prático sempre foram consideradas importantes para os estudantes como forma de potencializar o envolvimento físico com o mundo exterior. No entanto, não é a simples manipulação de objetos e de instrumentos que gera conhecimento, sendo necessário questionar, refletir, interagir com os demais, responder a perguntas, planejar maneiras de testar as ideias prévias com vistas a estabelecer o desafio intelectual de compreender fenômenos, relacionar situações, desenvolver interpretações e elaborar previsões (MARTINS et al. 2007).

Nessa perspectiva, pode-se mencionar as atividades de carácter investigativo, que apresentam como intenção dar resposta a uma questão-problema. Tais atividades envolvem quase sempre dois tipos de compreensão: a conceitual e a processual. Articuladas, elas conferem competências cognitivas para resolver os problemas apresentados.

No campo da formação de professores, a experimentação enquanto conteúdo formativo tem sido um tema pouco explorado, revelando entendimentos sobre a experimentação que perduram no imaginário docente de modo a “valorizar experimentos cujo objetivo se reduz à comprovação de teorias estudadas teoricamente” (GONÇALVES; MARQUES, 2012, p. 2). De tal modo, investir em processos de formação docente para enriquecer os conhecimentos dos professores de Ciências acerca da experimentação torna-se fulcral, possibilitando a compreensão de finalidades, limitações e âmbitos de aplicação.

De acordo com Gonçalves (2009), percebe-se que, dentre os estudos que investigam as atividades experimentais, boa parte dos artigos publicados priorizam aspectos referentes à educação básica, havendo poucas produções que pesquisam sobre a experimentação no nível superior. Complementando essa ideia, Souza e Broietti (2017) mencionam que um pequeno número de pesquisas discute aspectos didáticos, pedagógicos e teóricos das atividades experimentais diretamente relacionados à formação docente, características que estão relacionadas ao modo de futuros professores pensarem e planejarem aulas experimentais.

Nesse sentido, este trabalho objetivou analisar roteiros de aulas experimentais elaboradas por licenciandos em Química no decorrer de uma disciplina, buscando por

indícios que caracterizam uma atividade experimental de natureza investigativa e se tais atividades possibilitam o desenvolvimento do pensamento químico.

2. A Natureza e o Pensamento Químico: algumas considerações

Por mais que muitas vezes não percebamos, vivemos cercados por objetos que são constituídos por substâncias desenvolvidas por químicos. A Química é uma das ciências fundamentais para a nossa sociedade, sendo indispensável para o desenvolvimento de várias áreas do mundo, por exemplo, na saúde, alimentação, agricultura e no desenvolvimento de novos materiais (SANTOS, 2011).

Como visto em Chamizo (2013) e em Sjöström e Talanquer (2018), a natureza da química relaciona-se tanto com aspectos científicos quanto tecnológicos. Ou seja, essa ciência tem contribuído com o desenvolvimento do conhecimento científico para alcançar os objetivos tecnológicos orientados pelas necessidades e pelas condições humanas. Os químicos não estão interessados apenas em prever e compreender propriedades das diferentes substâncias, mas também na transformação e na descoberta de novas substâncias com aplicações potenciais para a sociedade (SEVIAN; TALANQUER, 2014). Compreende-se, dessa forma, que o ensino de Química apresenta dimensões sociais, políticas e econômicas, podendo levar a reflexões fundamentais a respeito das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Contudo, quando se trata da aprendizagem dessa ciência, nota-se certa objeção por parte dos estudantes, os quais a consideram uma disciplina difícil devido à abstração de alguns conceitos, à elaboração e à compreensão de modelos científicos e ao surgimento de concepções alternativas (SANTOS et al., 2013). Castro e Costa (2011) apontam que o ensino de Química geralmente vem sendo estruturado em torno de abordagens que apresentam a disciplina como um conjunto de tópicos isolados, fazendo uso de fórmulas e de conhecimentos que mais limitam do que ampliam o aprendizado dos estudantes, não os envolvendo de maneira crítica em preocupações químicas relevantes.

Segundo Talanquer e Pollard (2010), uma alternativa a esse currículo organizado em partes pouco articuladas seria a elaboração de um currículo focado em como os químicos “pensam” e em como as formas químicas de raciocínio podem ser usadas para resolver problemas relevantes em diversas áreas.

Independentemente de alguns estudantes seguirem carreiras científicas, todos os indivíduos, em algum momento da vida, terão que tomar decisões que envolvam conceitos

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

ou formas químicas de raciocínio, por exemplo, saber como descartar determinado resíduo ou como preservar um alimento por mais tempo. Defende-se, por conseguinte, uma educação que não inclua apenas o conhecimento do conteúdo em Química, mas também o conhecimento sobre a natureza da Química e o papel desta na sociedade.

De acordo com Volkova (2019, p.1), o domínio do conhecimento químico está relacionado intimamente ao desenvolvimento do pensamento químico. Para a autora, “o pensamento químico é formado a partir de operações mentais como análise, síntese, comparação, classificação [...]”. Segundo Talanquer (2019), o pensamento químico engloba uma série de atividades, como: analisar, discutir, refletir e propor explicações e soluções razoáveis para problemas e fenômenos relevantes. Talanquer e seus colaboradores abordam que, ao aplicar conhecimentos e práticas químicas com o objetivo de analisar, sintetizar e transformar a matéria com algum intuito estabelecido, o pensamento químico é colocado em ação (BANKS et al., 2015; SEVIAN; TALANQUER, 2014).

Com base nas considerações apresentadas, compreende-se o pensamento químico como um modo de refletir sobre determinadas situações que envolvem o conhecimento, o raciocínio e as práticas químicas com a intenção principal de analisar, sintetizar e transformar a matéria para fins específicos.

Segundo o relatório do *National Research Council – Beyond the Molecular Frontier* (NRC, 2003), muitos dos problemas críticos que nossa sociedade enfrenta podem ser resolvidos com a ajuda do pensamento e das práticas químicas. Talanquer e Polard (2010) mencionam que esse documento fornece um excelente modelo do que um currículo de Química deveria ser, oferecendo oportunidades para estudantes de ciências desenvolverem as seguintes habilidades:

- a) reconhecer as questões essenciais que nossos conhecimentos e práticas químicas modernas nos permitem responder;
 - b) explorar e compreender as ferramentas teóricas e práticas que foram desenvolvidas para encontrar essas respostas;
 - c) aplicar essas ideias e técnicas na investigação de problemas relevantes.
- (TALANQUER; POLARD, 2010, p. 76)

Com esses objetivos abrangentes em mente e visando ao desenvolvimento do pensamento químico de seus estudantes, Vicente Talanquer e John Pollard (2010) estruturaram e implementaram um currículo para um curso de Química de uma universidade dos Estados Unidos. O currículo em questão, focado no pensamento químico, convida os professores a, no lugar de orientar o planejamento em termos do que se quer

que os alunos saibam, primeiramente refletir e identificar as questões que se deseja que eles aprendam a responder (CHEMICAL EDUCATION XCHANGE, 2020).

Quais são as questões essenciais e relevantes que guiam o conhecimento químico para que fenômenos das mais diferentes áreas sejam compreendidos? Partindo dessa questão, o currículo do pensamento químico, na proposta acima mencionada, foi estruturado a partir de seis conceitos disciplinares transversais (CDTs) considerados essenciais para compreender conteúdos químicos e realizar atividades práticas (CHEMICAL EDUCATION XCHANGE, 2020; SEVIAN; TALANQUER, 2014).

Desses CDTs derivam questões mais específicas, as quais os autores denominam variáveis de progresso (VPs). As VPs impulsionam o pensamento químico, guiando o estudante a obter uma progressão de aprendizagem em direção a níveis mais elevados de competência, desenvolvendo dessa forma o pensamento químico (TALANQUER, 2013).

O Quadro 01 a seguir apresenta as 11 VPs e as respectivas descrições, bem como os CDTs relacionados.

Quadro 01. Descrição das variáveis de progresso do pensamento químico e os conceitos disciplinares transversais relacionados.

VP	CDT relacionado	Descrição geral da VP
VP1 Que tipos de matéria existem?	- Identidade Química	Refere-se à identificação e à classificação dos diferentes tipos de matéria que existem.
VP2 Quais informações podem ser usadas para diferenciar os tipos de matéria?	- Identidade Química; - Estrutura-propriedades	Refere-se à distinção de diferentes materiais por meio de suas propriedades.
VP3 Como surgem as propriedades dos tipos de matéria?	-Estrutura-propriedades	Refere-se à origem das propriedades dos materiais, analisando não apenas o nível macroscópico, mas o nível subatômico das estruturas.
VP4 Como a estrutura influencia a reatividade?	- Estrutura-propriedades; - Causalidade	Essa questão estabelece conexão entre a estrutura química e o comportamento, refletindo sobre como as composições atômica/molecular e estrutural interferem na forma de as diferentes substâncias interagirem para se transformarem em outras espécies químicas.
VP5 O que impulsiona as mudanças químicas?	- Causalidade	Refere-se à busca sobre por que os processos químicos acontecem e como se iniciam, refletindo sobre os fatores que exercem influência na reação química.
VP6 O que determina os resultados das mudanças químicas?	- Causalidade - Mecanismo;	Refere-se aos diferentes mecanismos pelos quais uma reação pode ocorrer e aos diferentes caminhos que influenciam os resultados obtidos.
VP7	- Mecanismo	Refere-se à identificação da interação entre as substâncias envolvidas em determinado processo.

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

Quais padrões de interação são estabelecidos?		
VP8 O que afeta as mudanças químicas?	- Mecanismo; - Controle	Refere-se à identificação de fatores internos e externos que podem afetar os processos químicos.
VP9 Como as alterações químicas podem ser controladas?	- Controle	Envolve, de forma mais específica, os fatores que afetam o sistema químico e como eles o afetam para, dessa forma, compreender como é possível controlar as alterações químicas nos diferentes sistemas reacionais.
VP10 Como os efeitos podem ser controlados?	Controle; - Benefícios-custos-riscos	Refere-se à tomada de decisão sobre fatores internos e externos que podem ser modificados e controlados visando maximizar os benefícios e minimizar custos e riscos.
VP11 Quais são os efeitos do uso e da produção de diferentes tipos de matéria?	- Identidade Química; - Benefícios-custos-riscos	Refere-se à associação das identidades químicas das substâncias com seus impactos nos âmbitos social, econômico e ambiental.

Fonte: (Adaptado e traduzido de Sevian; Talanquer, 2014).

Analisando o Quadro 1, percebe-se que um mesmo CDT pode se associar a mais de uma VP, assim como uma VP também pode estar relacionada a mais de um CDT. Como exemplo, o CDT “Identidade Química” se relaciona com a VP1, a VP2 e a VP11.

Ressaltamos que as questões essenciais das variáveis de progresso assumem formas diferentes de acordo com o contexto no qual são empregadas. Tomemos como exemplo a VP1, que se interconecta ao CDT Identidade Química a partir da questão “do que é feito este material?”. Na área médica, tal questão pode assumir a forma “que material tóxico foi ingerido?”. Na área ambiental, “que poluente está se acumulando no solo?”. Na área têxtil, “como a composição dos tecidos se diferem?”. Ou ainda na arte, “que substância gera a cor neste pigmento?”. Analisando essas questões, percebemos que, embora as respostas sejam diferentes e específicas para cada área de conhecimento, existe um eixo comum que permeia os quatro exemplos: a Identidade Química.

Desse modo, ensinar com foco no desenvolvimento do pensamento químico é direcionar os esforços educacionais para ajudar os alunos a desenvolverem os principais entendimentos, práticas e formas de raciocínio da Química que permitem que profissionais de diferentes áreas encontrem respostas para questões relevantes.

Em relação às atividades experimentais, no currículo do pensamento químico elas podem ser organizadas como projetos a fim de que os estudantes investiguem determinados fenômenos, atuando como sujeitos ativos no processo de aprendizagem (TALANQUER; POLLARD, 2010).

3. Atividade Experimental e a Formação Inicial

Embora a experimentação seja um tópico debatido na literatura da área de Ciências e considerada uma estratégia promissora no ensino e na aprendizagem de conceitos científicos, ainda existem certas fragilidades a serem superadas. Carmel e colaboradores (2019) destacam o modo como tais atividades são empregadas pelos professores, fazendo uso muitas vezes de roteiros experimentais no estilo de “livro de receitas”, em que os alunos podem seguir e executar as instruções sem refletir acerca do objetivo maior da investigação. Outro fator elencado pelos autores diz respeito às avaliações da aprendizagem ocorridas em aulas experimentais, as quais se concentram no conhecimento do conteúdo e na capacidade de executar técnicas específicas, sendo negligenciada a compreensão dos alunos sobre as práticas científicasⁱ e os propósitos das investigações laboratoriais.

Defende-se, desse modo, o uso de atividades experimentais de caráter investigativo, uma vez que tais atividades permitem que o aluno participe de modo intelectualmente ativo durante a atividade experimental desde a interpretação do problema até uma possível solução (GALVÃO; ASSIS, 2019). De acordo com Suart e Marcondes (2009), uma atividade experimental de caráter investigativo permite que o aluno desempenhe capacidades como refletir, discutir, testar hipóteses, relatar, propor explicações, entre outras habilidades cognitivas de alta ordemⁱⁱ.

As atividades experimentais investigativas são caracterizadas pelos seguintes aspectos: inicialmente, apresenta-se aos alunos uma situação-problema que seja de interesse deles. A partir do problema e das questões propostas, os estudantes elaboram hipóteses, as quais, por sua vez, são discutidas coletivamente. Então, segue-se com a execução da atividade experimental e a coleta de dados. Por fim, os resultados são discutidos coletivamente. Cabe ao professor realizar a mediação durante todo o desenvolvimento da atividade (CALEFI; REIS; REZENDE, 2015; SUART, 2014).

Nesse sentido, considera-se necessária a discussão dos aspectos que permeiam as atividades experimentais nos cursos de formação docente, uma vez que, de acordo com Borges (2002, p. 301), “os licenciandos precisam exercitar o planejamento, a preparação e a execução de atividades mais abertas, se desejamos que eles venham a adotá-las em suas aulas no futuro”.

4. Encaminhamento Metodológico

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

Os dados analisados neste estudo são oriundos de tarefas propostas para licenciandos em Química durante uma disciplina ministrada para o quarto ano em uma universidade da região do Sul do Brasil. A disciplina em questão foi ministrada parte de forma remotaⁱⁱⁱ e parte presencialmente e ocorreu ao longo do último semestre de 2021 e do primeiro semestre de 2022.

No decorrer do primeiro semestre da disciplina, foram discutidos os fundamentos teóricos e epistemológicos que estruturam as atividades experimentais e desenvolvidas sete atividades experimentais baseadas nos pressupostos do currículo do pensamento químico, que abordavam assuntos como acidez e basicidade das substâncias, densidade dos materiais, conservação de massa em processos químicos, chuva ácida, solubilidade, cinética química e equilíbrio químico. Todas as atividades experimentais partiam de uma situação-problema relacionada ao cotidiano dos licenciandos, além de conter questões pré e pós-experimento que possibilitavam a eles refletir acerca das variáveis de progresso do pensamento químico.

No segundo semestre da disciplina, os licenciandos elaboraram roteiros experimentais e os desenvolveram com os colegas da turma e com a professora-formadora, simulando uma aula do Ensino Médio. Participaram da disciplina 14 licenciandos, sendo 3 mulheres e 11 homens. Os temas sorteados e a relação dos microensinos ministrados seguem apresentados no Quadro 02.

Quadro 02: Datas, temas e conteúdos dos microensinos de cada licenciando.

Data do microensino	Licenciando	Tema	Conteúdo químico
09/03/2022	L1	Cosméticos	Funções Inorgânicas (ácidos e bases)
16/03/2022	L2	Plásticos	Polímeros e suas aplicações
23/03/2022	L3	Combustíveis	Reação de Combustão, Entalpia de Combustão e Calorimetria
30/03/2022	L4	Química e Arte	Química Orgânica, Identificação de Grupamentos Funcionais por meio de Moléculas de Corantes
06/04/2022	L5	Alimentos	pH, Acidez, Conservação dos Alimentos
13/04/2022	L6	Ar	Pressão Atmosférica, Dilatação Térmica, Variáveis de Estado, Propriedades dos Gases
20/04/2022	L7	Água	Tensão Superficial de Líquidos
27/04/2022	L8	Medicamentos	Funções Orgânicas
04/05/2022	L9	Solo	Indicadores, pH, Acidez e Basicidade
11/05/2022	L10	Indústria	Química Ambiental e Reações de Carbonização e Combustão
25/05/2022	L11	Energia	Pilha de Daniel, Reação de Oxirredução, Tipos de Pilhas e Baterias
01/06/2022	L12	Higiene	Reações Químicas Inorgânicas
08/06/2022	L13	Agricultura	Reações de Oxidação e Redução
08/06/2022	L14	Saúde	Polaridade das Moléculas

Fonte: Autor, 2023

As aulas ministradas pelos licenciandos tiveram duração de 50 minutos e foram gravadas e disponibilizadas a eles para realizarem a autoscopia^{iv}. Para este trabalho, por conta da limitação do espaço, nos restringimos a analisar os roteiros experimentais elaborados por dois licenciandos (L5 e L12) e as respostas para as questões da autoscopia. A escolha dos roteiros ocorreu visando analisar um microensino realizado no início das atividades (roteiro de L5) e outro ao final (L12), além de serem licenciandos que demonstraram comprometimento com a disciplina desde o início. No Quadro 03, elencamos alguns indicadores utilizados para analisar as atividades elaboradas pelos licenciandos.

Quadro 03. Indicadores utilizados na análise dos dados.

Indicadores de uma atividade experimental investigativa	Indicadores do pensamento químico
Apresentar uma situação problema; questões pré e pós-experimento; momento de coleta, registro e análise dos dados; apresentação de conclusões.	Transitar pelas variáveis de progresso (VP1 a VP11)

Fonte: Autor, 2023.

Os roteiros elaborados e desenvolvidos pelos licenciandos foram analisados considerando os pressupostos da Análise de Conteúdo descrita por Bardin (2011), contemplando as três etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. A pré-análise consiste na escolha dos documentos a serem analisados, considerando os objetivos do estudo. A exploração do material consiste na codificação e na categorização. Durante a categorização, adotamos categorias *a priori*, sendo estas os indicadores apresentados no Quadro 3. Na última etapa, foram realizadas as inferências e as interpretações do fenômeno em estudo. As respostas dos licenciandos para as questões da autoscopia também foram analisadas com o intuito de encontrar uma maior compreensão das intenções deles na elaboração dos roteiros experimentais.

5. Resultados e Discussão

Organizamos a apresentação e a discussão dos resultados em duas etapas. Primeiramente, apresentamos o roteiro experimental elaborado pelos licenciandos com uma breve descrição de como a aula foi desenvolvida. Na sequência, apresentamos nossas análises em relação aos aspectos considerados no Quadro 3.

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

A partir do tema “Alimentos”, o licenciando L5 elaborou sua aula abordando os seguintes conceitos: pH, Acidez e Conservação dos Alimentos. O Quadro 04 apresenta a situação-problema e as questões elaboradas pelo licenciando, bem como a categorização de cada questão de acordo com as variáveis de progresso identificadas.

Quadro 04. Parte do roteiro experimental elaborado pelo licenciando L5.

Situação-problema			
O leite e os produtos lácteos há milhares de anos fazem parte da dieta humana pela riqueza em nutrientes, sendo fonte de proteínas de alto valor biológico e contribuindo expressivamente para as nossas necessidades de diversos minerais e vitaminas. Ao comprar leite (de origem bovina) no mercado, tem-se duas opções de compra: o leite com as embalagens de “caixinha” e de “saquinho”. Sabendo-se que a composição e o tempo de conservação são diferentes entre as duas opções, responda às questões pré-experimento.			
Questões pré-experimento	VP	Questões pós-experimento	VP
1. Qual dos dois produtos você escolheria para comprar? Justifique sua escolha.	VP11	1. O que você observou no experimento e nas amostras utilizadas?	-
2. Você identifica alguma diferença significativa e/ou específica entre os dois produtos?	VP2	2. De acordo com os valores de pH encontrados, qual(is) amostras estão seguindo o padrão constituído na IN51?	VP2
		3. De acordo com seus conhecimentos, o que pode estar presente nas amostras para que ocorra essa diferença de pH?	VP3
		4. De acordo com sua hipótese acima, você manteria ou mudaria sua escolha de compra do produto? Justifique sua escolha.	VP11

Fonte: Autor, 2023.

Ao analisar a estrutura das atividades propostas pelo licenciando (L5) no desenvolvimento da aula experimental, identificamos que ele inicia a aula com uma situação-problema acerca da composição e do tempo de conservação de leites embalados em caixinhas e em saquinhos, organizando a aula a partir de questões iniciais, momento da experimentação e questões pós-experimento. As questões iniciais visam identificar compreensões prévias dos estudantes acerca do tema abordado. Na parte experimental, os alunos realizaram a medição do pH de diferentes amostras de leite com fitas medidoras de pH, bem como tiveram a oportunidade de realizar testes e de coletar dados que permitiam confirmar ou refutar as hipóteses levantadas inicialmente.

No momento pós-experimento, foram propostos outros questionamentos que buscavam relacionar os fenômenos observados durante a experimentação com alguns conceitos químicos, além de possibilitar que os estudantes construíssem explicações com base em evidências científicas.

A aula elaborada pelo licenciando L12, de tema “Higiene”, abordou o conceito de Reações Químicas Inorgânicas. O Quadro 05 apresenta a situação-problema e as questões elaboradas pelo licenciando, bem como a categorização de cada questão de acordo com as variáveis de progresso identificadas.

Quadro 05. Parte do roteiro experimental elaborado pelo licenciando L12.

Situação-problema			
<p>José Roberto é um estudante do primeiro ano de Química e acorda todos os dias às 06h da manhã para ir à faculdade. Levanta, troca de roupa, toma o seu café e escova os dentes para sair. Seu irmão mais novo, Gabriel, que ainda está no Ensino Fundamental, também acorda no mesmo horário. Nesse dia, José acordou atrasado e precisou se apressar para sair, então trocou de roupa e correu para escovar os dentes. Ao chegar ao banheiro, encontrou Gabriel, mas não se importou. Enquanto escovava os dentes, viu que o seu irmão estava dando descarga sem fechar a tampa do vaso sanitário. Desesperado, gritou: “Nãooooooooo, Gabriel, você está espalhando micro-organismos por todo o banheiro!”. Gabriel apenas riu e saiu.</p> <p>Ao longo da manhã, José não conseguiu parar de pensar na quantidade de microorganismos espalhados pelo banheiro. Poderiam estar na escova de dentes, na pia, no chão, no azulejo, em todos os lugares. Ao chegar em casa, começou a pesquisar a melhor forma de eliminar toda aquela “sujeira” espalhada pelo banheiro. Achou um site que dizia “Vinagre e bicarbonato de sódio são desinfetantes poderosos” e logo se interessou. Então, pensou: “Se sozinhos já são poderosos, imagina juntos”. Pegou o vinagre e o bicarbonato e misturou os dois. Na hora, ele observou que começou a formar várias “bolhas” muito semelhantes àquelas formadas quando a sua mãe colocava água oxigenada no seu fermento. José Roberto, sendo aluno de Química, ficou pensando na forma que as substâncias reagem. Todas as reações químicas ocorrem da mesma maneira?</p>			
Questões pré-experimento	VP	Questões pó-experimento	VP
1. Qual a questão principal do texto?	-	1. Ocorrem reações químicas em ambos os experimentos?	VP5VP7
2. Será que ocorre uma reação química entre a água oxigenada e o machucado? E entre o vinagre e o bicarbonato de sódio? Como podemos verificar se são reações químicas?	VP7	2. Quais são os produtos obtidos nas duas reações? Quais são responsáveis pela efervescência?	VP1VP4
3. As bolhas liberadas são constituídas pelas mesmas substâncias?	VP1VP2	3. Todas as reações químicas ocorrem da mesma maneira?	VP7
4. Podemos ter diferentes tipos de reações químicas?	VP7	4. É possível que diferentes reagentes passem pelo mesmo tipo de reação?	VP4
5. É possível que diferentes reagentes passem pelo mesmo tipo de reação?	VP4	5. Quais são os tipos de reações que ocorrem nos experimentos?	VP7
		6. Quantos e quais são os tipos de reações químicas inorgânicas? Dê exemplos de cada uma.	VP7VP4

Fonte: Autor, 2023.

A aula inicia com uma situação-problema contextualizada, na qual João Roberto, na tentativa de eliminar microorganismos de seu banheiro, acaba misturando bicarbonato de sódio e vinagre e fica pensativo para saber como tais substâncias reagem. A partir do problema, os estudantes têm a oportunidade de refletir e de elaborar hipóteses acerca de questões relevantes do cotidiano, fazendo uso do conhecimento químico. O experimento proposto pelo licenciando se baseia na realização de duas reações químicas diferentes. A

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

primeira reação se baseia na mistura de peróxido de hidrogênio, corante, detergente e iodeto de potássio. Para a segunda reação, os estudantes deveriam misturar vinagre, corante, detergente e bicarbonato de sódio. Ao longo do experimento, os estudantes tiveram a oportunidade de realizar os testes, fazer observações e reflexões sobre evidências de reações químicas e coletar dados que permitiam confirmar ou refutar as hipóteses levantadas inicialmente.

Ao analisar os roteiros selecionados, identificamos características investigativas, tais como: situação-problema, questões pré e pós-experimento, momento de coleta e análise de dados e apresentação das conclusões. A estrutura das atividades elaboradas pelos licenciandos remete a uma disposição que favorece um papel ativo dos estudantes, uma vez que inicialmente eles puderam elaborar hipóteses para a situação-problema proposta. Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010) abordam que, ao elaborar uma situação-problema, é fundamental que esta permita o envolvimento dos estudantes e que seja contextualizada, partindo de fatos do cotidiano. Dessa forma, evidenciamos que as situações-problema elaboradas atendem a tais requisitos, sendo que abordam ocasiões comuns do nosso cotidiano, como decidir qual leite comprar em um supermercado (L5) e o uso de alguns produtos de limpeza na higienização de ambientes (L12).

Souza e colaboradores (2013) abordam que uma atividade experimental deve ir além da manipulação de vidrarias e reagentes, permitindo uma participação intelectualmente ativa do estudante. Nesse viés, Hofstein e Lunetta (2003) abordam que uma atividade experimental investigativa proporciona que os estudantes saiam da passividade de serem meros executores de instruções, pois, diferentemente do que ocorre em uma atividade experimental tradicional, as atividades investigativas abrem espaço para que os estudantes planejem, relacionem, proponham hipóteses, discutam e comuniquem as conclusões.

Em todos os roteiros, no momento pré-experimento é dada a oportunidade aos alunos de se manifestarem em relação à situação apresentada, elaborando hipóteses que permitam pensar em soluções. Com a parte experimental, os estudantes são instigados a testarem algumas de suas hipóteses e, a partir das observações, buscarem estabelecer relações entre os fenômenos observados e a situação-problema inicial.

No momento pós-experimento, percebemos que os licenciandos, a partir das questões propostas, instigam os alunos a refletirem sobre as respostas dadas inicialmente,

considerando os testes experimentais e os dados observados. Tais organizações permitem que os alunos ponderem sobre as ideias iniciais e sobre o que foi observado no decorrer do experimento e das discussões realizadas em aula e, a partir disso, se posicionem, tendo como base as evidências científicas.

Zompero e Laburú (2011) também abordam que as atividades experimentais investigativas devem possibilitar o engajamento dos alunos para realizar as atividades; a emissão de hipóteses; a busca por informações; a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala. Dessa forma, podemos concluir que os roteiros elaborados pelos três licenciandos possuem elementos que caracterizam uma atividade experimental investigativa.

Em relação aos aspectos do pensamento químico, evidenciamos que as questões propostas possibilitam que os estudantes transitem pelas seguintes VPs (Quadro 06).

Quadro 06: Variáveis de progresso do pensamento químico encontradas nos roteiros dos licenciandos.

Roteiro	VP1	VP2	VP3	VP4	VP5	VP6	Vp7	VP8	VP9	VP10	VP11
L5											
L12											

Fonte: Autor, 2023.

A VP1 está relacionada à identificação e à classificação de diferentes tipos de matéria, relativa a identificação química e foi evidenciada em questões presentes no roteiro de L12. Na questão três do momento pré, o aluno é questionado se as bolhas liberadas na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio são constituídas pelas mesmas substâncias que as originaram, permitindo uma reflexão acerca da identidade química do produto formado e sobre os diferentes tipos de matéria que existem (VP1). Na questão dois do momento pós, questiona-se sobre quais produtos são obtidos nas duas reações realizadas na parte experimental, permitindo novamente a reflexão sobre os diferentes tipos de matéria (VP1).

A VP2, que está relacionada à distinção de diferentes materiais por meio de suas propriedades, foi evidenciada em questões dos dois roteiros. No roteiro de L5, encontramos evidências da VP2 quando os estudantes são solicitados a identificar, a partir de alguma propriedade ou característica específica, diferenças entre os produtos (questão 2_pré) ou quais das duas amostras de leite analisadas seguem o padrão estabelecido pela legislação (questão_2_pós).

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

No roteiro de L12, evidenciamos a VP2 quando os alunos são questionados se as bolhas liberadas na reação entre o vinagre e o bicarbonato de sódio são constituídas pelas mesmas substâncias, permitindo que reflitam sobre as propriedades para diferenciar as substâncias (questão_3_pré), e quando são solicitados a identificar o produto que gera a efervescência (questão_2_pós).

A VP3 está relacionada à origem das propriedades dos materiais, analisando não apenas o nível macroscópico, mas também o nível subatômico. Encontramos evidências da VP3 no roteiro de L5 ao instigar o estudante a pensar acerca da influência do pH nas características do produto e o que pode estar presente nas amostras de leite que justifica a diferença do valor de pH observado experimentalmente, ou seja, refletir sobre a propriedade de acidez e basicidade (pH) e sobre os fatores que podem alterar o valor do pH (questão 3-pós).

A VP4 busca estabelecer conexão entre a estrutura química e o comportamento, refletindo sobre como as composições atômica/molecular e estrutural interferem na forma de as diferentes substâncias interagirem para se transformarem em outras espécies químicas. Essa variável foi evidenciada em questões do roteiro de L12, quando os estudantes são questionados sobre a possibilidade de diferentes reagentes passarem pelo mesmo tipo de reação química (questão_5_pré; questão_4_pós), quando são solicitados a refletir e a definir quais são os produtos formados nas duas reações químicas realizadas na parte experimental (questão_2_pós) e quando são solicitados a avaliar a estrutura e a composição dos compostos inorgânicos para definir quais reações inorgânicas estão ocorrendo (questão_6_pós).

A VP5 se relaciona ao conceito de causalidade e se refere à busca sobre por que os processos químicos acontecem e como se iniciam, refletindo sobre os fatores que exercem influência na reação química. Encontramos indícios dessa variável no roteiro de L12 ao propor que os alunos reflitam acerca das reações químicas, por exemplo, os fatores que impulsionam as mudanças químicas, para avaliar se em determinado processo teve ou não a ocorrência de uma reação química (questão_1_pós).

A VP7 se refere à identificação de como as substâncias envolvidas em um determinado processo interagem entre si. Encontramos evidências dessa variável em questões presentes nos dois roteiros analisados. No roteiro de L12, encontramos evidências da VP7: ao questionar os alunos sobre a ocorrência de reação química entre

água oxigenada e o machucado e entre o vinagre e o bicarbonato de sódio, permitindo reflexões sobre como essas substâncias interagem entre si (questão_2_pré); ao serem questionados em relação à existência de diferentes tipos de reações químicas, possibilitando a reflexão sobre os padrões de interações que se estabelecem entre as diferentes substâncias (questão_4_pré); quando os estudantes são questionados se ocorrem reações químicas no experimento realizado e quais são os tipos de reações que ocorrem (questão_1_pós e questão_5_pós); quando são instigados a refletir se todas as reações químicas ocorrem da mesma forma (questão_3_pós); e quando são questionados quais os diferentes tipos de reações químicas inorgânicas (questão_6_pós).

Por fim, a VP11 se refere à associação das identidades químicas das substâncias com os impactos nos âmbitos social, econômico e ambiental. Índícios da VP11 aparecem no roteiro do L5 quando os alunos são instigados a pensar sobre os efeitos da produção dos diferentes materiais e, a partir de benefícios, custos e riscos, a tomar uma decisão sobre qual produto adquirir (questão_1_pré e questão_4_pós).

Ao analisar as aulas experimentais elaboradas por dois licenciandos, evidenciamos que as questões presentes nos roteiros instigam que os estudantes transitem e reflitam sobre algumas das VPs, dentre elas, VP1, VP2, VP3, VP4, VP5, VP7 e VP11. Ou seja, os estudantes são direcionados a pensar sobre a identidade química; a estrutura e a propriedades dos materiais; as interações estabelecidas no sistema; as relações entre estrutura e reatividade; e os benefícios, os custos e os riscos da produção de diferentes materiais.

Isso significa que os estudantes podem utilizar os conceitos disciplinares transversais, que são essenciais para a Química (CHEMICAL EDUCATION XCHANGE, 2020; SEVIAN; TALANQUER, 2014), para interpretar, avaliar, criar hipóteses, tomar decisões e sugerir soluções sobre determinados fenômenos relevantes na nossa vida cotidiana. Nessa perspectiva, entende-se as VPs como lentes para desenvolver o pensamento químico, uma vez que, frente aos fenômenos do mundo a sua volta, conseguem utilizar conceitos e questões fundamentais da Química para interpretá-los.

Vale ressaltar que o desenvolvimento do pensamento químico, mediante a transição pelas variáveis, não ocorre em apenas uma aula ou uma única atividade: distintas aulas (com atividades experimentais ou não) são necessárias para que os estudantes possam vivenciar diferentes dimensões.

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

Diante das análises realizadas, nota-se que, ao elaborar as aulas experimentais, os licenciandos se apropriam de determinados aspectos discutidos previamente e daqueles presentes nas atividades experimentais elaboradas pela docente formadora no primeiro semestre da disciplina. Durante a formação docente, é comum que os futuros professores se inspirem nos professores-formadores e incorporem algumas características nas práticas docentes (LYRA; CUSTÓDIO, 2021).

Ao serem questionados sobre o porquê de terem escolhido trabalhar com uma atividade experimental investigativa e com um modelo de roteiro similar aos utilizados na disciplina, os licenciandos apresentaram algumas respostas:

A ideia era fazer com que os alunos fossem os indivíduos ativos da aula e também que fosse realizada uma investigação [...], assim, optei por esse encaminhamento da aula, uma vez que na minha visão se encaixaria na proposta [...]. (L5)

É um roteiro que foi bem trabalhado ao longo da disciplina, o que proporciona um maior entendimento a respeito do seu desenvolvimento. Ter esse conhecimento me deixou mais à vontade para elaborar a minha aula nesse modelo investigativo. A escolha também está relacionada com o meu objetivo de aula, que era permitir que os alunos participem das etapas propostas, dando maior abertura para que expusessem suas opiniões e debatesses seus argumentos. (L12)

A partir das respostas dadas pelos licenciandos, evidenciamos que a escolha da abordagem experimental, bem como da organização da aula, considerou os objetivos de aprendizagem pretendidos, pois identificam que a abordagem permite ao aluno ser protagonista da aula e ao professor, ser o mediador, proporcionando uma aprendizagem significativa.

Borges (2002, p. 307) e Ferreira e colaboradores (2022, p.5) apontam que, se desejamos que os licenciandos adotem atividades mais abertas e investigativas na prática docente, é necessário que tenham contato com esse tipo de atividade no decorrer da formação inicial. Concomitante a essa disciplina, os licenciandos realizam o estágio supervisionado, no qual preparam e ministram aulas para o Ensino Médio em escolas públicas da cidade. Nossos dados corroboram as ideias mencionadas acima, uma vez que, em umas das respostas fornecidas durante a autoscopia, o licenciando (L12) menciona ter empregado uma proposta semelhante no seu estágio supervisionado, como pode ser visto em “*Em meus roteiros preparados para o estágio, eu utilizei da mesma proposta [...]*” (L12).

Nesse sentido, compreendemos que referenciais que fundamentam e estruturam as atividades experimentais devem ser discutidos nos cursos de formação inicial, assim

como inseridos em propostas desenvolvidas pelos futuros professores, possibilitando que os licenciandos integrem as discussões teóricas em momentos da prática docente.

6. Considerações finais

Neste estudo, analisamos roteiros de aulas experimentais elaboradas por licenciandos em Química no decorrer de uma disciplina a fim de encontrar indícios que caracterizam uma atividade experimental de natureza investigativa e se estas possibilitam o desenvolvimento do pensamento químico. Para tal, selecionamos alguns roteiros experimentais elaborados e desenvolvidos por licenciandos como uma das tarefas propostas em uma disciplina de um curso de formação docente em Química.

Mediante as análises, os roteiros analisados apresentam evidências de atividades experimentais de caráter investigativo, possibilitando aos estudantes o envolvimento em uma série de habilidades, como a argumentação, a reflexão, a elaboração de hipóteses e a tomada de decisão. Além disso, evidenciamos que as atividades propostas oportunizam o desenvolvimento do pensamento químico, pois as questões elaboradas pelos licenciandos nos roteiros experimentais permitem que os estudantes transitem por distintas VPs para respondê-las, pensando acerca da identidade química, da estrutura e das propriedades, dos mecanismos e dos benefícios-custos-riscos.

Contatamos também que, ao elaborar as aulas experimentais, os licenciandos se apropriam de alguns aspectos presentes nas atividades experimentais propostas pela docente formadora no primeiro semestre da disciplina. A partir da autoscopia, percebeu-se que a escolha da abordagem experimental, bem como a organização da aula, foi estruturada conforme os objetivos de aprendizagem pretendidos.

Dessa forma, reforçamos a importância de discutir referenciais que fundamentam e estruturam as atividades experimentais no decorrer da formação inicial docente e de possibilitar espaços para que os licenciandos integrem tais discussões teóricas em momentos da sua prática docente.

Referências

ARRIGO, Viviane; LORENCINI JÚNIOR Alvaro.; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. A autoscopia bifásica integrada ao microensino: uma estratégia de intervenção reflexiva na formação de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, p. 1-22, 2017.

BANKS, Gregory; CLINCHOT, Michael; CULLIPHER, Steven; HUIE, Robert; LAMBERTZ, Jennifer; LEWIS, Rebecca; NGAI, Courtney; SEVIAN, Hannah; SZTEINBERG, Gabriela;

Experimentação na formação inicial: aspectos investigativos e evidências do pensamento químico

TALANQUER, Vicent; WEINRICH, Melissa. Uncovering Chemical Thinking in Students' Decision Making: A Fuel-Choice Scenario. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 10, p. 1610–1618, 2015.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 2011.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CALEFI, P. S.; REIS, M. J. F.; REZENDE, F. C. Atividade Experimental Investigativa na Formação Inicial de Professores de Química: ferramenta para o desenvolvimento de aprendizagem significativa. **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**. Águas de Lindóia, 2015.

CAMEL, Justin H.; HERRINGTON, Deborah G.; POSEY, Lynmarie. A.; WARD, Joseph. S.; POLLOCK, Amy M.; COOPER, Melanie M. Helping Students to “Do Science”: Characterizing Scientific Practices in General Chemistry Laboratory Curricula. **Journal of Chemical Education**, v. 96, p. 423-434, 2019.

CASTRO, Bruna Jamila. COSTA, Priscila Carozza Frasson. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, p. 25-37, 2011.

CHAMIZO, José Antonio. Technochemistry: one of the chemists' ways of knowing. **Foundations of Chemistry**, v.15, n.2, p.157-170, 2013.

CHEMICAL THINKING. **Chemical Education Xchange**, 2020. Disponível em: <<https://www.chemedx.org/article/chemical-thinking>>. Acesso em: 30 jan. 2020.

FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney; OLIVEIRA, Ricardo Castro. Ensino Experimental de Química: Uma Abordagem Investigativa Contextualizada. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 2, p.101- 106, 2010.

FERREIRA, Rafael Rocha; MONTEIRO, Paula Cavalcante; BATISTA, Michel Corci; SILVA, João Ricardo Neves. Análise de uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre o tema radiação ultravioleta. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. 1-12, 2022.

GALVÃO, Idmaura Calderaro Martins; ASSIS, Alice. Atividade experimental investigativa no ensino de física e o desenvolvimento de habilidades. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n.1, p.14-26, 2019.

GONÇALVES, Fábio Peres. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de química**. 2009. 234 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. A circulação inter e intracoletiva de conhecimento acerca das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência de formadores de professores de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n.2, 2012.

HOFSTEIN, Avi; LUNETTA, Vicent N. The laboratory science education: Foundation for the twenty-first century. **Science Education**, v. 88, p. 28-54, 2003.

LYRA, Letícia; CUSTÓDIO, José Francisco. Em quem me espelhei para ser o professor formador que sou. **Vidya**, v.41, n.1, p. 1-13, 2021.

MARTINS, Isabel P.; VEIGA, Maria Luísa; TEIXEIRA, Filomena; TENREIRO-VIEIRA, Celina; VIEIRA, Rui M.; RODRIGUES, Ana V.; COUCEUIRO, Fernanda. **Educação em ciências e Ensino Experimental**. Lisboa: 2. ed, 2007.

National Research Council (NRC). **Beyond the molecular frontier: challenges for chemistry and chemical engineering**, Washington, D.C.: National Academy Press, 2003.

SANTOS, O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UF/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 2, p. 1-6, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. A química na formação para a cidadania. **Educación Química**, v. 4, p. 300-305, 2011.

SEVIAN, Hannah; TALANQUER, Vicent. Rethinking chemistry: a learning progression on chemical thinking. **Chemistry Education Research and Practice**, n. 15, p. 10-23, 2014.

SJÖSTRÖM, Jesper; TALANQUER, Vicent. Eco-reflexive chemical thinking and action. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 13, p. 16-20, 2018.

SOUZA, Fabio Luiz; AKAHOSHI, Luciane Hiromi; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; CARMO, Maria Possar. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. GEPEQ. Grupo de Pesquisa em Educação Química. São Paulo: Secretaria da Educação, 2013.

SOUZA, Andrielle. Coraiola.; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias Broeitti. Atividades Experimentais: uma análise em artigos da Revista Química Nova na Escola. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, Florianópolis, 2017.

SUART, Rita de Cássia. A experimentação no ensino de química: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, E. M.; DA SILVA, E. L. (orgs.). **Tópicos em Ensino de Química**. 1. ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2014. p. 63-88.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, n. 2, p. 1-22, 2009.

TALANQUER, Vicent. **Assessing for Chemical Thinking**. In. SCHULTZ M., SCHMID S., LAWRIE G. Research and Practice in Chemistry Education: Advances from the 25th IUPAC International Conference on Chemistry Education. Singapura: Springer, p. 123-133, 2019.

TALANQUER, Vicent. School chemistry: the need for transgression. **Science & Education**, v. 22, p. 1757-1773, 2013.

TALANQUER, Vicent.; POLLARD, John. Let's teach how we think instead of what we know. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 11, p. 74-83, 2010.

VOLKOVA, Elena. V. Evaluation and chemical thinking development. In. **10TH icepsy 2019 international conference on education and education psychology**. Barcelona, 2019.

ZOMPERO, Andreia Freitas.; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

Notas

ⁱ Compreendemos as Práticas Científicas como ações docentes ou discentes associadas ao fazer ciência. Ou seja, as Práticas Científicas correspondem a uma das três dimensões da aprendizagem científica, que foram elaboradas por um comitê de pesquisadores sob a coordenação geral do *National Research Council – NRC* (2012) e descrevem as principais práticas que os cientistas empregam para investigar, construir modelos e teorias sobre o mundo.

ⁱⁱ As Habilidades Cognitivas de Alta Ordem (*HOCS: Higher Order Cognitive Skills*) englobam habilidades orientadas para a investigação, como resolução de problemas, tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo.

ⁱⁱⁱ Em virtude da pandemia do Covid-19, a primeira parte da disciplina, que ocorreu ao longo do segundo semestre de 2021, aconteceu de forma remota. No primeiro semestre de 2022, as aulas retornaram a ser ministradas presencialmente.

^{iv} Refere-se a um procedimento de intervenção reflexiva que consiste na gravação e na análise do microensino. Tal procedimento permite diagnosticar comportamentos pedagógicos por meio do desenvolvimento da auto-observação e da autocrítica (ARRIGO; LORENCINI JR; BROIETTI, 2017).

Sobre as autoras

Fernanda Garcia de Almeida

Graduação em Bacharelado e Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Londrina – UEL. Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da UEL e doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UEL. E-mail: fergarciaalmeida@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2060-9695>.

Fabiele Cristiane Dias Broietti

Licenciada em Química (UEL, 2004), Mestre em Ensino de Ciências (UEL, 2008) e Doutora em Educação para Ciência (UEM, 2013). Realizou estágio de Pós-doutoramento na Universidade de Aveiro/Portugal (2019). Atualmente é Professora Associada A do Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Atua no programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PECEM/UEL). E-mail: fabieledias@uel.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0638-3036>.

Recebido em: 14/04/2023

Aceito para publicação em: 06/05/2023