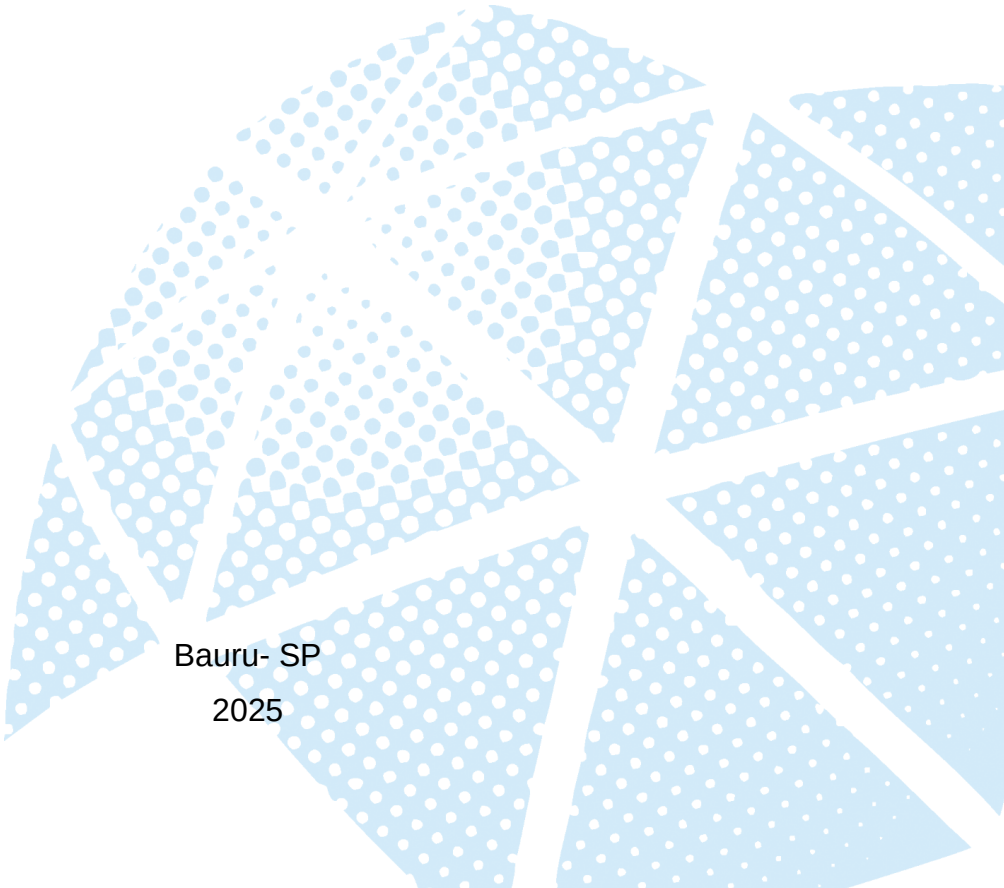


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Faculdade de Ciências - Campus de Bauru

PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES

**A POTENCIALIDADE DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS NO
ESTÍMULO À REFLEXÃO METACOGNITIVA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Bauru- SP
2025



PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES

**A POTENCIALIDADE DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS NO
ESTÍMULO À REFLEXÃO METACOGNITIVA DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, para obtenção do título de Doutora em Educação para a Ciência.

Área de concentração: ensino de ciências e matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Coorientador: Prof. Dr. Jesus Cardoso Bravo

Bauru- SP

2025

Magalhães, Prislaine Pupolin.

A potencialidade de sequências de ensino
investigativas no estímulo à reflexão
metacognitiva de licenciandos em química/
Prislaine Pupolin Magalhães. – Bauru, 2026
222 f. : il.

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual
Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru
Orientador: Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

1. Ensino Investigativo. 2. Metacognição. 3.
Professores - Formação. 4. Professores de
química. 5. Análise do conteúdo. I. Universidade
Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II.
Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 27 dias do mês de novembro do ano de 2025, às 9h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES, intitulada **A potencialidade de sequências de ensino investigativas no estímulo à reflexão metacognitiva de licenciandos em química**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - Unesp Bauru, Profa. Dra. CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA (Participação Virtual) do(a) Universidade de Passo Fundo, Profa. Dra. RITA DE CÁSSIA SUART (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química / Universidade Federal de Lavras - UFLA, Prof. Dr. JOSÉ BENTO SUART JÚNIOR (Participação Virtual) do(a) Departamento de Química / Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Profa. Dra. ELIANA MARQUES ZANATA (Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru. Após a exposição pela doutoranda e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, a discente recebeu o conceito final.APROVADA. Nada mais havendo, foi lavrada a

presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão

Examinadora.



Documento assinado digitalmente
SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI
Data: 09/12/2025 21:40:52-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dra. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI

AGRADECIMENTOS

À Deus, agradeço a oportunidade de realizar meu segundo doutorado, um privilégio concedido a poucos e recebido com profunda honra e gratidão.

À minha orientadora, Profa. Dra. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani, que encerra comigo sua brilhante trajetória acadêmica. Sinto-me profundamente honrada por ter sido sua última orientanda e por ter podido aprender com sua orientação inspiradora. Carrego comigo não apenas o conhecimento compartilhado, mas o exemplo de dedicação à docência. Em tempos em que a educação em Ciências se mostra cada vez mais essencial para a formação e transformadora da sociedade, reitero meu respeito por sua contribuição inestimável à área e me comprometo a seguir cultivando e honrando o seu legado.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Jesus Cardoso Bravo, pelos direcionamentos sempre assertivos que deram clareza e solidez ao desenvolvimento desta pesquisa.

À minha família, meu pilar fundamental. Em especial ao meu marido Ricardo, meu amor e amigo e apoiador de todas as horas, por caminhar ao meu lado em cada desafio. Aos meus filhos, Henrique e Arthur, que me inspiram diariamente com a pedagogia do exemplo a acreditar nos próprios sonhos e jamais desistir deles.

Aos meus amigos, que prefiro não nomear individualmente para não correr o risco de esquecer ninguém, mas que se reconhecerão nestas palavras de gratidão pelo apoio constante, pelo incentivo e pelas boas risadas que tanto me ajudaram a seguir em frente.

À Manu, que enche meu coração de coragem e esperança na busca por dias melhores para as futuras gerações.

À equipe do Ciência na Caixa, que, com autonomia e comprometimento, manteve tudo em funcionamento e me apoiou enquanto eu me debruçava sobre esta pesquisa.

A todos os integrantes da Rede de Inovação e Pesquisa em Ensino de Química (RIPEQ), pelo valioso compartilhamento de saberes e experiências, que tanto contribuíram para meu aprendizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), expresso minha gratidão pelo apoio, ainda que parcial, recebido por meio da concessão de bolsa.

À Faculdade de Ciências, expresso minha gratidão a todos os professores e servidores, em especial aos do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, pelo suporte, dedicação e valiosas contribuições ao longo dessa trajetória.

A cada um de vocês, minha gratidão.

Agradecimento Especial

À minha irmã Priscila, que me ensinou o que é o amor e partiu de forma inesperada durante esta etapa da minha vida. Sua generosidade e luz confortavam e iluminavam todos ao seu redor. Luto diariamente para que a saudade que carrego não se transforme em tristeza, porque você sempre foi e sempre será a mais pura alegria.

“A vida não é fácil para nenhum de nós. Mas e daí? Nós devemos ter persistência e, acima de tudo, confiança em nós mesmos. Devemos acreditar que somos talentosos em alguma coisa, e que essa coisa, a qualquer custo, deve ser alcançada”.

Marie Curie

RESUMO

Na educação contemporânea, marcada pelo acesso rápido à informação e pela presença crescente da inteligência artificial, torna-se essencial que os futuros professores desenvolvam processos metacognitivos com criticidade, de modo a refletirem sobre suas próprias aprendizagens, selecionar informações de forma criteriosa e orientar seus estudantes para uma construção autônoma e responsável do conhecimento. Nesta pesquisa, analisamos os impactos de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) contextualizada com a História da Ciência e suas possíveis contribuições para o desenvolvimento da consciência metacognitiva de licenciandos em fase inicial de formação. Os questionários e entrevistas foram elaborados à luz dos referenciais teóricos clássicos para metacognição, como John H. Flavell e Cleci Rosa. Além disso, contamos com as contribuições do projeto australiano intitulado PEEL Project for Enhancing Effective Learning, que buscou desenvolver a aprendizagem efetiva, descrito por John R. Baird e Ian J. Mitchel. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários e entrevistas semiestruturadas com discentes e docentes. Para o levantamento das concepções prévias, foi disponibilizado um kit experimental sem roteiro e solicitado que os licenciandos elaborassem um plano de aula. Em seguida, os licenciandos foram submetidos a uma SEI com alto grau de abertura intitulada “História Química de uma Vela”. Como atividade síntese, foi realizada uma aula dialogada, acompanhada de discussões sobre a metodologia investigativa e vivências metacognitivas. Os conteúdos e respostas dos planos de aula, questionários e entrevistas foram compilados e categorizados por meio de análise de conteúdo, resultando em dez categorias. Ao analisar as categorias sob as lentes dos referenciais, pudemos observar uma predominância de lacunas formativas. Os resultados apontam que o modelo tradicional é deficiente no desenvolvimento de habilidades metacognitivas, sendo as SEI uma metodologia promissora para seu desenvolvimento. A formação inicial de professores carece de uma reestruturação gradual, na qual práticas formativas que desenvolvam habilidades metacognitivas possam ser adotadas e propagadas.

Palavras-chave: ensino investigativo; metacognição; formação de professores.

ABSTRACT

In contemporary education, marked by rapid access to information and the growing presence of artificial intelligence, it is essential for future teachers to critically develop metacognitive processes to reflect on their own learning, select information carefully, and guide their students toward autonomous and responsible knowledge construction. In this research, we analyze the impacts of an Inquiry-based Teaching Sequence (ITS) contextualized within the History of Science and its potential contributions to the development of metacognitive awareness among undergraduate students in their initial stages of training. The questionnaires and interviews were developed based on classic theoretical frameworks for metacognition, such as those of John H. Flavell and Cleci Rosa. Furthermore, we drew on contributions from the Australian PEEL Project for Enhancing Effective Learning, which sought to develop effective learning, as described by John R. Baird and Ian J. Mitchell. Data collection was conducted through questionnaires and semi-structured interviews with students and faculty. To assess preconceptions, an experimental kit without a script was provided, and the undergraduate students were asked to develop a lesson plan. Subsequently, the undergraduate students completed a highly open-ended ITS entitled "Chemical History of a Candle." As a summary activity, a dialogue-based class was held, accompanied by discussions on the investigative methodology and metacognitive experiences. The content and responses from the lesson plans, questionnaires, and interviews were compiled and categorized through content analysis, resulting in ten categories. Analyzing the categories through the lens of the frameworks, we observed a predominance of training gaps. The results indicate that the traditional model is deficient in developing metacognitive skills, and SEI is a promising methodology for their development. Initial teacher training requires a gradual restructuring, in which formative practices that develop metacognitive skills can be adopted and disseminated.

Keywords: investigative teaching; metacognition; teacher training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Capa do Livro “A história química de uma Vela: as forças da matéria, inspiração para a SEI	15
Figura 2 – Aula de Henrique da Alemanha, em Bolonha, de Laurentius de Voltolina (séc. XIV): na Idade Média, a leitura era para poucos (Universidade de Bolonha.)	16
Figura 3 – Componentes e elementos constituintes do processo metacognitivo	48
Figura 4 – Modelo de funcionamento da metacognição	52
Figura 5 – PEEL como referência para articulação entre o Ensino Investigativo e a Metacognição	60
Figura 6 – Imagem do Kit Experimental	84
Figura 7 – Licenciandos realizando testes e pesquisas para elaboração do plano de aula	86
Figura 8 – Distribuição dos alunos para realização da SEI	87
Figura 9 – Registro do processo de realização dos testes experimentais durante a elaboração do plano de aula	108
Figura 10 – Representação dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU)	116
Figura 11 – Distribuição percentual das unidades de sentido favoráveis e desfavoráveis das dez categorias obtidas	152
Figura 12 – Distribuição das análises de ocorrências de unidades de sentido desfavoráveis e favoráveis atribuídos aos elementos metacognitivos identificados nas unidades de sentido	155
Figura 13 – Frequência de Ocorrências dos Hábitos Inadequados descritos por Baird e Mitchell (1987) identificados pelos Licenciandos em Química	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Metodologias Ativas no Ensino de Ciências	27
Quadro 2 – Níveis de abertura das atividades experimentais investigativas	32
Quadro 3 – Tipologia dos Componentes Metacognitivos	45
Quadro 4 – Exemplos de perguntas para compor o guia metacognitivo elaborado pelo professor	51
Quadro 5 – Os sete hábitos propostos pelos autores que levam a uma aprendizagem inadequada	62
Quadro 6 – As quatro categorias tipos de aulas que respeitam o papel ativo do aluno. Considere: Ativa (A); Informação (I); Gerenciamento (G)	64
Quadro 7 – Categorias utilizadas no PEEL para a auto checagem da aprendizagem	66
Quadro 8 – O Sistema de quatro níveis para autoavaliar o Comportamento de Aprendizagem	67
Quadro 9 – Os níveis para mensurar as atividades propostas	68
Quadro 10 – Exemplos de aproximações entre os hábitos de aprendizagem inadequada propostos por Baird e Mitchell (1987) com os elementos metacognitivos propostos por Rosa (2014)	71
Quadro 11 – Aproximações entre o grau de abertura nas atividades investigativas com as quatro categorias de aulas que respeitam o papel ativo do aluno propostos no PEEL	72
Quadro 12 – Relação entre Níveis de Abertura em Atividades Investigativas e o Desenvolvimento da Autoavaliação da Compreensão Discente	73
Quadro 13 – Quadro sintético das etapas da pesquisa e intervenção metacognitiva	82
Quadro 14 – Kit experimental para realização da experiência	84
Quadro 15 – Guia Metacognitivo para Experimentação Científica Investigativa com alto grau de abertura na Formação de Professores. Perguntas metacognitivas relativas ao sujeito-aluno e ao sujeito-professor	93

Quadro 16 – Análise de conteúdo referente a primeira categoria “O Planejamento no Modelo Tradicional”	100
Quadro 17 – Análise de conteúdo referente a segunda categoria “As Percepções dos Licenciandos sobre a Atividades Experimentais”	105
Quadro 18 – Análise de conteúdo referente a terceira categoria “O Sentido das Atividades Experimentais”	112
Quadro 19 – Análise de conteúdo referente a quarta categoria “A contextualização Contemporânea”	114
Quadro 20 – Análise de conteúdo referente a quinta categoria “As Estratégias de Obtenção de Informação”	117
Quadro 21 – Análise de conteúdo referente a sexta categoria “Os Meios de Monitoração e Registro”	123
Quadro 22 – Análise de conteúdo referente a sétima categoria “A Mecanização da Aprendizagem”	125
Quadro 23 – Análise de conteúdo referente a oitava categoria “A Falta de Desafios Cognitivos”	129
Quadro 24 – Análise de conteúdo referente a nona categoria “A Aceitação do Modelo Atual”	131
Quadro 25 – Análise de conteúdo referente a décima categoria “Os caminhos Formativos em Química”	133
Quadro 26 – Elementos metacognitivos oriundos das nas unidades de sentido favoráveis a metacognição e sua classificação segundo o guia de Rosa (2014)	147
Quadro 27 – Elementos metacognitivos oriundos das nas unidades de sentido desfavoráveis a metacognição e sua classificação segundo o guia de Rosa (2014)	149
Quadro 28 – Relação entre Unidades de Sentido e Hábitos que levam a uma aprendizagem inadequada de acordo com Baird e Mitchell (1987)	157

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ativa
ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CI	Colaboração informada
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
E1	Entrevista 1
E2	Entrevista 2
ENCI	Ensino de Ciências por Investigação
ETA	Estação de Tratamento de Água
G	Gerenciamento
HFC	História e Filosofia da Ciência
I	Informação
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PBL	Aprendizado Baseado em Problemas
PCC	Prática como Componente Curricular
PEEL	Improving the Quality of Teaching and Learning
PRO	Processo de Reflexão Orientada
PI	Participação informada
Q1	Questionário 1
Q2	Questionário 2
RM	Reflexões Metacognitivas
RP	Receptividade Passiva
RU	Resposta Relativamente Uniforme
SEI	Sequências de Ensino Investigativas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Como minha trajetória justifica esta pesquisa	16
1.2 Delineamento e Questão de Pesquisa	22
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	27
2.1 Metodologias Ativas no Ensino de Química	29
2.2 As Sequências de Ensino Investigativas (SEI)	31
2.3 Contribuições do Ensino de Ciências por Investigação para a Formação Docente em Química	39
2.4 Metacognição: Fundamentos, Estrutura e Implicações para a Formação Docente em Química	42
2.4.1 Um breve Histórico Conceitual sobre a Metacognição.....	42
2.4.2 Diferentes abordagens/modelos de metacognição	43
2.4.3 Componentes e funções metacognitivas.....	51
2.4.4 Habilidades Metacognitivas e sua Importância para a Educação	56
2.4.5 Metacognição e Formação de Professores	58
2.5 O Projeto de Aprendizagem Efetiva e Aprimorada (PEEL): contribuições para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas	64
3 METODOLOGIA.....	80
3.1 Descrição dos Participantes e Local da Pesquisa.....	81
3.2 O Caminho Formativo dos Licenciandos	83
3.3 Instrumentos e Procedimentos Utilizados para a Obtenção dos Dados ..	85
3.4 A Elaboração da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)	92
3.5 A Proposta de Intervenção	94
3.6 Instrumentos e referenciais utilizados para a análise de dados	98
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	101

4.1 As dez categorias obtidas.....	102
4.2 Analisando a relação entre categorias e processos metacognitivos	144
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	170
PERSPECTIVAS FUTURAS	175
REFERÊNCIAS.....	178
APÊNDICES.....	192
Apêndice A	193
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA	193
Apêndice B - Questionário 1.....	194
Apêndice C - Roteiro para elaboração do Plano de Aula	197
Temática “Água”	197
Apêndice D - Questionário 2.....	201
Apêndice E – Sequência de Ensino Investigativa.....	205
Apêndice F – Entrevista semiestruturada 1	223
Apêndice G – Entrevista semiestruturada 2.....	224

1 INTRODUÇÃO

Sempre gostei de refletir sobre os caminhos que me trouxeram até aqui. Acredito que esse movimento narrativo de autoanálise é essencial, especialmente em uma pesquisa educacional de cunho qualitativo, pois permite ao leitor compreender as escolhas que levaram a pesquisa a se configurar da maneira como se apresenta. Justificando essa introdução autobiográfica, Lüdke e André (1986, p. 3) afirmam que: "Nesse sentido, a trajetória do pesquisador é diretamente responsável pela subjetividade da pesquisa." Partindo dessa perspectiva, narro minha trajetória como professora de química que pensava “fora da caixa” com o intuito de explicitar os motivos que me levaram a eleger a temática, bem como os referenciais teóricos e metodológicos utilizados.

1.1 Como minha trajetória justifica esta pesquisa

A presente proposta nasce de uma vivência docente marcada por um olhar crítico sobre as práticas pedagógicas tradicionalmente adotadas no ensino de Ciências, em especial da Química. Durante minha trajetória como professora, observei que muitos colegas enfrentam limitações tanto de formação, quanto de engajamento, o que acaba refletindo em abordagens pouco atrativas para os alunos. Também percebia que colegas professores tinham dificuldades de realizar atividades experimentais de acordo com a realidade escolar.

Em meu mestrado, trabalhei com Sequências de Ensino Investigativas (SEI) e Aprendizado Baseado em Problemas (PBL). Ambas são metodologias ativas de aprendizagem consolidadas na literatura. Assim, resolvi continuar investigando as sequências de ensino investigativas, mas desta vez aplicadas à formação do professor contemporâneo. Diante de tantos desafios enfrentados, surge a questão: como formar professores que consigam colocar o aluno, de fato, como protagonista da sua aprendizagem?

Nas reuniões do grupo de pesquisa, os estudos sobre metacognição sempre me chamaram a atenção. Sempre considerei essa uma linha de pesquisa muito interessante, que, na minha visão, fazia todo sentido, especialmente quando associada à ideia de o aluno ser protagonista de sua própria aprendizagem. O autoconhecimento sobre a própria aprendizagem é essencial, pois permite ao estudante reconhecer suas dificuldades, potencialidades e estratégias, favorecendo o desenvolvimento de atitudes autônomas e intencionais que o colocam como protagonista do próprio processo de aprender.

Em um primeiro momento, decidi elaborar uma sequência didática. Queria que fosse, de fato, especial, que contribuísse significativamente e levasse os participantes da pesquisa à reflexão. O primeiro passo era idealizar uma nova sequência de ensino investigativa. Durante o doutorado, ministrei a disciplina de História e Filosofia da Ciência para o curso de Licenciatura em Química. Simplesmente me encantei pelos conteúdos abordados. Tanto que, após essa experiência, decidi cursar também a Licenciatura em Filosofia. Acredito que a filosofia é fundamental para a ciência, assim como a história serve de norte para delinear os seus caminhos.

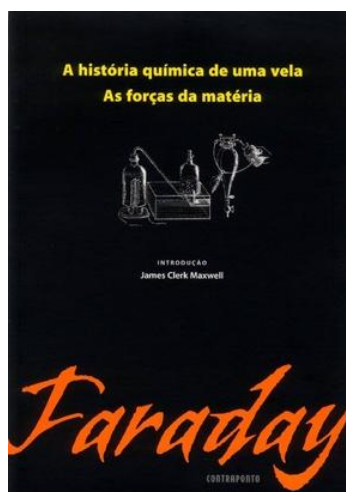
Deste modo, buscando elaborar uma SEI que seria aplicada para a coleta de dados não tive dúvidas que eu deveria contextualizá-la com a história da ciência. Então me lembrei de uma sequência desenvolvida anteriormente por um integrante do nosso grupo, cuja temática envolvia as velas (Gazola, 2013).

Além disso, durante a disciplina ministrada, trabalhei com o livro “História Química de uma Vela”, de Michael Faraday. O livro conta que Michael Faraday encantou jovens londrinos ao demonstrar que até mesmo um objeto simples, como uma vela, pode revelar os segredos mais profundos da ciência. A narrativa começa com Faraday convidando os jovens a observar atentamente o fenômeno cotidiano da queima da vela. A partir dessa observação aparentemente banal, ele conduz o leitor por uma jornada científica repleta de descobertas (Faraday, 2007).

Ao analisar a chama, Faraday descreve sua estrutura e os processos invisíveis que a sustentam. Ele explica que a cera, ao derreter, sobe pelo pavio e se vaporiza, sendo o vapor o verdadeiro combustível da chama. Ao queimar, a vela libera gás carbônico e vapor de água, o que indica a presença de carbono e hidrogênio em sua composição. Com uma didática envolvente, ele mostra como o oxigênio do ar é indispensável para que a combustão ocorra e como, em sua ausência, a chama se apaga. Os experimentos, simples e engenhosos, revelam aos espectadores como a ciência está presente em todas as coisas, até mesmo nas mais triviais (Faraday, 2007).

Faraday segue ampliando sua análise ao discutir a composição do ar. Ele ensina que o ar é uma mistura de gases, principalmente oxigênio e nitrogênio, e mostra como o oxigênio participa ativamente da combustão, enquanto o nitrogênio tem função mais passiva. A cada nova lição, ele conecta fenômenos químicos a processos naturais, como a respiração, evidenciando que a combustão e a vida compartilham princípios semelhantes de liberação e transformação de energia. A vela, nesse contexto, se torna símbolo de um mundo que arde em descobertas, onde o calor, a luz e a matéria revelam leis fundamentais do universo.

Figura 1 – Capa do Livro “A história química de uma Vela: as forças da matéria, inspiração para a SEI



Fonte: Arquivo Pessoal (2025)

Encerrando sua jornada, Faraday reforça a importância da observação, da curiosidade e da investigação como caminhos para o conhecimento. Mais do que ensinar Química, ele busca despertar o fascínio pelo pensar científico, convidando os jovens a ver o mundo com olhos atentos e mente aberta. Segundo Baldinato e Porto (2008), a obra revela grande relevância para o ensino de ciências, pois, ao contextualizar a ciência a partir de fenômenos simples e cotidianos, articula história e investigação científica, despertando pertencimento e sentido no processo de aprendizagem. Sua abordagem acessível, investigativa e envolvente estimula a curiosidade, mostrando que toda descoberta tem causas que podem ser compreendidas pela observação e pelo raciocínio experimental.

Em um tempo em que a informação é rápida, mas o encantamento pelo saber parece esmorecer, retomar a simplicidade de Faraday pode ser uma poderosa estratégia para reacender o interesse pela Ciência. Após pesquisar, analisar e testar as atividades preexistentes, adaptei outras experiências que achei interessantes e assim surgiu a oficina investigativa aplicada neste trabalho (Apêndice E).

Em um cenário em que o termo metodologias ativas têm ganhado visibilidade, percebi que, apesar do discurso, o papel do aluno como protagonista ainda encontra resistência na prática cotidiana das escolas. A meu ver, a escola, em muitos casos, principalmente na rede pública de ensino, deixa de ser um espaço significativo para os estudantes, afastando-se de suas realidades e interesses. Está ultrapassada. A pintura apresentada na figura sempre me trouxe reflexões. Trata-se de uma escola medieval, porém ainda hoje encontramos esse cenário.

Figura 2 – Aula de Henrique da Alemanha, em Bolonha, de Laurentius de Voltolina (séc. XIV): na Idade Média, a leitura era para poucos (Universidade de Bolonha.)



Fonte: SOFIME

A pintura "Aula de Henrique da Alemanha, em Bolonha", de Laurentius de Voltolina (século XIV), retrata uma típica cena de ensino universitário medieval: o professor, em posição elevada, lê um texto para estudantes sentados em longas fileiras, muitos dos quais demonstram desatenção, alguns dormem, outros conversam entre si. Ainda hoje podemos observar estruturas semelhantes, com o professor posicionado em um nível mais alto, no púlpito, enquanto os alunos permanecem sentados, de costas uns para os outros.

Séculos se passaram, o mundo mudou radicalmente. Vivemos hoje na era da inteligência artificial, com redes digitais, plataformas de aprendizado e recursos interativos. Ensinar tornou-se um desafio. No entanto, muitas escolas, especialmente as públicas, ainda permanecem presas a métodos de ensino arcaicos, centrados na transmissão passiva de conteúdos, assim como a pintura da Aula de Henrique. A imagem medieval, portanto, espelha uma triste contradição contemporânea: embora o mundo tenha evoluído, o modelo educacional pouco mudou, e o desinteresse dos alunos continua sendo um reflexo disso. É urgente repensar a escola, tornando-a mais significativa, ativa e conectada com as realidades contemporâneas.

Diante desse contexto, como professora, sempre estive movida pelo desejo de transformar o ensino em algo mais envolvente, contextualizado e emancipador. Assim, a busca por estratégias pedagógicas mais eficazes e alinhadas ao protagonismo estudantil motivou a elaboração desta pesquisa, fundamentada em Sequências de Ensino Investigativas e Metacognição.

Desde o início das leituras sobre metacognição, os estudos já indicavam que desenvolver processos metacognitivos é algo complexo e de longo prazo. Não seria uma simples coleta de dados ou uma pesquisa-ação pontual que mudaria a realidade dos alunos de forma imediata.

No entanto, com esta tese, buscamos avaliar se determinadas ações contribuem para esse processo e, sobretudo, como elas contribuem, a fim de traçar caminhos e propor atualizações na formação docente. Lembro agora de uma frase clichê, mas bastante reveladora: “Os professores fingem que ensinam e os alunos fingem que aprendem.” Os dados que obtivemos mostram que muitos sabem que estão fazendo algo inadequado, tanto docentes quanto discentes, mas ainda há dificuldades em iniciar um processo consciente de reestruturação no modo de ensinar e aprender.

É fundamental melhorar a formação dos professores, para que possam aplicar práticas mais eficazes com seus próprios alunos. E como alcançar isso? Atuando na formação docente em nível de graduação, além de repensar a maneira como formamos os professores que lecionam nos cursos de licenciatura.

1.2 Delineamento e Questão de Pesquisa

A busca por um novo paradigma¹ de ensino de química é um desafio importante no campo da educação científica atual, rompendo as visões simplistas e limitadas da realidade. Esse novo paradigma proposto deve buscar a quebra das visões simplistas, muitas vezes marcadas por um positivismo extremo. Independentemente de a formação ser bacharel ou professor, é imprescindível buscar ensinar se baseando em metodologias consolidadas na literatura, que é frequentemente mal compreendido por professores formadores das áreas específicas. A pesquisa mostrou que as velhas listas de exercícios e roteiros pré-estabelecidos em aulas experimentais continuam, em sua maioria, os mesmos de vinte anos atrás, quando cursei minha graduação, iniciada no ano de 1996.

Nesse contexto, é necessário analisar as ações que atualmente orientam a prática docente habitual no ensino de química, especificamente, o ensino por transmissão direta de conhecimento, proporcionando aos alunos a oportunidade de se envolverem em processos de investigação, erros, descobertas etc. No entanto, é necessário continuar a investigar, desenvolver e aprimorar essa discussão para torná-la efetiva e eficaz no contexto educacional, sugerindo sua relevância e aplicabilidade ao Ensino de Química, no seu tempo.

Estamos em um período em que se fala muito sobre mudanças. De fato, elas são necessárias. Como toda mudança, elas exigem uma adaptação por parte dos professores e alunos. Se não houver um programa de formação adequado para capacitá-los a lidar com as novas abordagens pedagógicas ou tópicos específicos, a qualidade do ensino pode ser afetada. Apesar de propor a priori um ensino mais interdisciplinar, é importante a preocupação para que os alunos não percam a oportunidade de desenvolver habilidades específicas e aprofundar seus conhecimentos em Química, Física e Biologia.

Além disso, se as reformas não forem acompanhadas por investimentos adequados em recursos formativos, logística e infraestrutura, a aprendizagem e o ensino de Ciências podem ficar comprometidos. A falta de laboratórios bem equipados, materiais didáticos e formação para professores podem prejudicar a qualidade do ensino nessas áreas.

¹ Segundo Kuhn (2013), paradigma é o conjunto de crenças, valores e técnicas compartilhadas por uma comunidade científica que orienta a pesquisa em determinado período histórico.

O ensino pode ser aprimorado quando, lado a lado, professores e alunos pesquisam, se conhecem, aproximam seus objetivos, tendo uma aprendizagem significativa autônoma como produto do processo escolar. Há mais de 100 anos Stevens R. (1912) já relatava que o professor fazia a maior parte do trabalho em sala de aula. Ou seja, desde aquela época pesquisadores já descreviam que os professores eram responsáveis pela maior parte do trabalho intelectual, com pouca participação ativa dos alunos.

Iniciamos a primeira seção dos referenciais teóricos com uma revisão da literatura sobre dois eixos centrais para esta pesquisa: o Ensino de Ciências por Investigação (ECI) e as Sequências de Ensino Investigativas (SEI), bem como a metacognição no contexto da formação de professores de Química. Discutem-se, portanto, as principais definições, características e contribuições dessas abordagens para o ensino de Química.

Tais metodologias são amplamente descritas na literatura em pesquisa e Ensino de Ciências, sendo reconhecidas como metodologias ativas de ensino, pois favorecem o protagonismo dos estudantes, promovendo uma aprendizagem mais significativa, inclusiva e alinhada às demandas da educação contemporânea (Magalhães et al., 2020a; Magalhães, 2020). Miranda e Marcondes (2015) destacam que práticas investigativas no ensino médio de Química contribuem de forma significativa para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes, além de favorecerem a formação inicial docente ao estimular processos de planejamento e reflexão sobre a prática. Suart e Marcondes (2009) demonstram que atividades investigativas favorecem o desenvolvimento da cognição ao estimular processos como a formulação de hipóteses, o controle de variáveis e a interpretação crítica e dados.

A próxima seção discute metacognição e os processos metacognitivos, apresentando as contribuições clássicas para a definição do conceito, com destaque para Rosa (2014), referência em pesquisas sobre metacognição no país. Segundo a autora, a metacognição é um processo complexo, que carece de intenção e atenção ativa, o despertar de reflexões sobre a própria aprendizagem e regulação dos próprios processos cognitivos. Complementarmente, Passos, Corrêa e Arruda (2022) destacam que, embora o conceito de metacognição tenha origens em diferentes campos, como Psicologia Cognitiva, Neurociências e Educação, há consenso quanto à sua importância no desenvolvimento de processos como memória, tomada de decisão, aprendizagem e autonomia. Assim, torna-se fundamental realizar pesquisas que possam utilizar os recursos descritos na literatura sobre a construção de habilidades metacognitivas no contexto de formação de futuros professores de Química, uma vez que estas favorecem o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais atuais, reflexivas e intencionais.

Este estudo também se apoia na obra de Baird e Mitchell (1987), *Improving the Quality of Teaching and Learning: The PEEL Project*, que descreve uma experiência de pesquisa-ação realizada em sala de aula. Os autores discutem questões centrais, como: o que de fato se sabe sobre o processo de aprendizagem? Como ele ocorre? E, principalmente, como é possível distinguir práticas de ensino que favorecem uma boa aprendizagem daquelas que não favorecem? Eles destacam que compreender o que caracteriza um bom ensino não significa, necessariamente, compreender os mecanismos que promovem efetivamente a aprendizagem.

As atividades propostas pelos autores tiveram como foco a ampliação do que denominaram aprendizagem efetiva. O aspecto mais relevante é que tais atividades apresentaram notável proximidade com os fundamentos do ensino investigativo, estabelecendo, assim, uma relação entre as SEI e o desenvolvimento de reflexões metacognitivas.

Esta pesquisa foi realizada com licenciandos de uma universidade pública localizada no interior do estado de São Paulo. Todas as etapas, bem como os fundamentos teóricos relacionados à coleta e à análise dos dados, estão detalhadas no Capítulo 3.

No desenvolvimento da pesquisa, em um primeiro momento, os alunos licenciandos foram desafiados a elaborar um plano de aula utilizando como tema central o tratamento de água, um conteúdo clássico no ensino de Química. Para essa atividade, foi fornecido um roteiro pré-estruturado, no qual cada aluno deveria registrar individualmente os elementos fundamentais do seu plano.

Neste momento, também foi solicitado que os alunos incluíssem uma atividade experimental em seus planos de aula. Para isso, foi disponibilizado um kit experimental contendo os reagentes e os aparatos necessários para a realização das etapas clássicas de uma aula sobre tratamento de água, que incluíam: a coagulação, a construção de um filtro de água e a análise do pH. O kit foi elaborado para que os alunos pudessem realizar a atividade experimental em sala de aula, não necessitando de um laboratório específico, o que causou estranheza por parte dos licenciandos.

Além disso, aplicou-se um questionário semiestruturado, cujo objetivo foi traçar o perfil dos estudantes em relação às atividades experimentais vivenciadas ao longo do curso, identificando possíveis prejuízos no desenvolvimento de habilidades metacognitivas no modelo atual de ensino. Essa etapa foi essencial para o levantamento das concepções prévias dos participantes.

Na etapa seguinte, foi aplicada pela pesquisadora uma intervenção para despertar a metacognição através de perguntas dirigidas aos alunos durante a realização de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), contextualizada por meio da História e Filosofia da Ciência (HFC). A utilização da História da Ciência permite ampliar a compreensão dos conteúdos científicos, fornecendo ferramentas que possibilitam uma análise crítica sobre a Natureza da Ciência, suas limitações, seus métodos e sua relevância na construção do conhecimento sobre o mundo.

Após a aplicação da SEI, os licenciandos participaram de uma discussão sobre o conceito de ensino investigativo e seus impactos na formação docente. Posteriormente, foi aplicado um segundo questionário, com o objetivo de avaliar se a implementação da SEI contribuiu para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas nos estudantes licenciandos em fase inicial de formação.

Com o intuito de aprofundar a análise, foram realizadas entrevistas com quatro alunos que participaram de todas as etapas da pesquisa. A análise das entrevistas revelou a necessidade de uma entrevista adicional, desta vez com uma professora citada por três dos quatro licenciandos como referência sobre metodologias ativas e desenvolvimento de habilidades metacognitivas em suas trajetórias formativas. Deste modo, pudemos levantar possíveis propostas de formação docente que estejam alinhadas às demandas da educação contemporânea e que contribuam para a formação de professores de Química preparados para atuar de forma crítica, reflexiva e metacognitiva na Educação Básica.

O quarto capítulo traz os resultados das análises, que resultaram em dez categorias a posteriori, que foram analisadas com relação às contribuições e lacunas causadas pelo modelo de ensino atual. As análises sugerem que o ensino experimental relatado pelos licenciandos é marcado pela prevalência de práticas tradicionais, roteiros rígidos, atividades descontextualizadas e sem espaço para desenvolver a metacognição. Os licenciandos demonstraram que a experimentação se apresentou como potencial motivador e foram observadas iniciativas de contextualização centradas em sustentabilidade.

Predominam percepções de execução mecânica, falta de desafios cognitivos, escassa reflexão crítica e naturalização de limitações institucionais, marcadas pelo tradicionalismo. As análises evidenciaram uma formação deficiente com relação ao desenvolvimento de habilidades metacognitivas, sendo o ensino investigativo uma metodologia promissora para a construção de uma identidade profissional mais consciente, crítica e ativa.

Por fim, parte-se do pressuposto de que a formação de professores deve intencionalmente contemplar o desenvolvimento de competências metacognitivas. É preciso formar educadores capazes de promover a autorregulação da aprendizagem, não apenas aprimorar suas práticas docentes, mas também estimular seus futuros alunos a refletirem sobre suas próprias formas de aprender, promovendo, assim, uma educação mais autônoma, crítica e transformadora.

Dessa forma, a presente pesquisa busca responder à seguinte questão de pesquisa: De que forma os licenciandos em Química, em formação inicial, submetidos a sequências de ensino investigativas, manifestam reflexão metacognitiva sobre o próprio processo formativo?

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

A pesquisa em Educação em Ciências permite compreender que, no contexto da formação inicial de professores, os licenciandos ocupam uma posição singular. Eles se encontram em um duplo movimento: por um lado, desempenham o papel de alunos que tentam aprender conceitos científicos; por outro, iniciam a trajetória de futuros docentes que precisam aprender a ensinar. Essa dupla condição, embora fecunda, nem sempre é acompanhada de uma reflexão sobre como se aprende e como se ensina.

Vivemos em um cenário em que ensino tradicional ainda predomina, pautado no princípio de que existe um determinado conjunto de conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade e os alunos devem se apropriar desse conhecimento. Deste modo, o principal objetivo da escola é transferir para os estudantes os conhecimentos historicamente acumulados e descritos sobre a visão do cientista e sob a perspectiva do autor do livro didático. Esse conhecimento científico é considerado superior e verdadeiro aos saberes populares, conhecimentos prévios e cotidianos, muitas vezes com base memorização e sem influências do contexto cultural ou social (Mattos et al., 2022).

No contexto brasileiro, observa-se que, apesar da existência de licenciaturas específicas, persiste a predominância de modelos próximos ao bacharelado, com forte ênfase nos conteúdos disciplinares em detrimento da formação pedagógica, o que gera uma desconexão prejudicial à integração entre teoria e prática e ao preparo efetivo para a docência na Educação Básica.

A formação inicial de professores de Ciências da Natureza, Química, Física e Biologia, ainda enfrenta uma forte desconexão entre a ênfase disciplinar herdada dos bacharelados e a preparação pedagógica necessária para a docência. Estudos apontam que, embora exista a previsão legal de uma formação pedagógica consistente, as estruturas curriculares das licenciaturas em Química continuam privilegiando conteúdos específicos da área em detrimento da prática docente (Fonseca; Santos, 2018). Essa realidade também se manifesta nos cursos de Física, nos quais se observa uma fragmentação entre o aprofundamento disciplinar e as experiências pedagógicas, o que evidencia a falta de articulação entre bacharelado e licenciatura (Gobara, 2007). Do mesmo modo, pesquisas indicam que a lógica

curricular das licenciaturas em Ciências da Natureza permanece centrada na transmissão de conteúdos, com pouco espaço para disciplinas que favoreçam a reflexão didática e metodológica (Silva; Baptista, 2015). Assim, apesar da existência de cursos de licenciatura autônomos, a formação docente em Química no Brasil ainda apresenta uma configuração em que a ênfase maior recai sobre os conhecimentos disciplinares, secundarizando a integração entre teoria e prática de ensino (Silva; Queiroz, 2017).

Desta forma, o ensino, em muitos contextos, ainda se mantém preso a modelos tradicionais de transmissão de conteúdos, em que o professor ocupa o centro do processo e os estudantes assumem um papel passivo (Pozo; Crespo, 2009). Essa perspectiva, pouco dialógica, reflete-se diretamente na formação inicial e continuada de professores, que, ao vivenciarem práticas pedagógicas tradicionais em sua própria trajetória, tendem a reproduzi-las em sala de aula, perpetuando a ausência de reflexão crítica sobre o ensinar e o aprender. Segundo Porlán:

Em termos acadêmicos, podemos dizer que hoje reconhecemos que eles são sujeitos epistêmicos, isto é, portadores de significados e capazes de reelaborá-los em situações apropriadas. Isso é de vital importância porque questiona uma das teorias implícitas subjacentes ao modelo transmissivo: ensinamos (ou treinamos) como se a mente do aprendiz fosse um recipiente vazio que precisa ser reabastecido (Porlán, 2018, p. 7).

Como destacam Galiazzi et al. (2007), sem a inserção de práticas investigativas e colaborativas, tanto a escola básica quanto os cursos de licenciatura correm o risco de reforçar a mecanização da aprendizagem, em vez de promover uma formação científica significativa e emancipatória.

Como explicar que, embora se defendam metodologias ativas, criticidade e protagonismo, o ensino tradicional ainda se mantém dominante? Sabemos que os licenciandos têm ideias e que essas ideias são de enorme interesse do ponto de vista didático e é nesse ponto que a dimensão metacognitiva se torna essencial. Refletir sobre o próprio processo de aprendizagem como reconhecer estratégias, limitações, erros, avanços e modos de superação constitui um passo decisivo para que o licenciando desenvolva autonomia intelectual e senso crítico, essencial nos dias de hoje.

Neste contexto, a ausência dessa autorreflexão enfraquece a possibilidade de formar professores capazes de incentivar em seus alunos não apenas a aquisição de

conteúdos, mas também o desenvolvimento de competências críticas e investigativas, essenciais no Ensino de Ciências. Assim, estimular a metacognição na formação inicial significa proporcionar aos licenciandos a oportunidade de se perceberem enquanto aprendizes e futuros mediadores da aprendizagem. Essa consciência, quando amadurecida, pode se traduzir em práticas de ensino mais críticas, investigativas e coerentes com a complexidade dos processos de ensinar e aprender Ciências.

2.1 Metodologias Ativas no Ensino de Química

Historicamente, ensino por investigação é uma sugestão metodológica bastante antiga, mencionada desde o final século XIX. Em meados do século XX, o ensino por investigação começa a ganhar notoriedade, por meio de alguns teóricos, como por exemplo, John Dewey. Entretanto, era aplicada apenas no ensino superior e apenas no final do século XX essa proposta metodológica, que prioriza o protagonismo, ganhou força (Dewey, 1916).

Atualmente, existe uma gama abrangente de metodologias que são classificadas como ativas no contexto educacional, porém a carência de fundamentações teóricas e metodológicas consistentes vinculadas as necessidades sociais e culturais são evidentes (Prado, 2019; Magalhães et al., 2020a; Magalhães, 2020b). As metodologias ativas propõem colocar os alunos no centro do processo de aprendizagem e os tornam protagonistas da construção do conhecimento, e não apenas receptores passivos de informação. De acordo com esta perspectiva, o professor atua como um mediador entre o currículo modelado e sua ação prática com os alunos (Rocha; Farias, 2020).

Moran (2018) descreve que as metodologias ativas são pontos de partida para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. Tais metodologias buscam valorizar a construção de conhecimentos procedimentais, atitudinais e comunicacionais. A participação efetiva dos alunos no desenvolvimento de competências e habilidades possibilita a aprendizagem em seu próprio ritmo, por meio de diferentes formas de experimentação e colaboração, em espaços formais e não

formais de educação científica, com mediação de professores e possibilidades tecnológicas.

As metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas. As metodologias ativas incentivam desafios e a tomada de decisões, a avaliação de diferentes caminhos, a escolha de um deles e a verificação da possibilidade de se atingir os objetivos previstos” (Morán, 2015, p. 18).

Com relação ao ensino de química experimental, podemos nos deparar com diferentes tipos de experimentação utilizados, entre eles a experimentação demonstrativa, em que o professor realiza o experimento para a turma; a experimentação em grupo, que favorece o trabalho colaborativo entre os alunos; e a experimentação individual, que estimula a autonomia e a responsabilidade do estudante. Cada modalidade apresenta características próprias e pode ser escolhida de acordo com os objetivos pedagógicos e as condições da escola (Taha, et al. 2016; Santos; Menezes, 2020).

O estudo de Magalhães e Zuliani (2020) associou duas metodologias ativas, evidenciando que as sequências de ensino investigativas (SEI) podem contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento da autonomia, da reflexão crítica e do engajamento dos alunos de medicina inseridos em ambientes de aprendizagem por resolução de problemas (PBL).

As metodologias ativas propõem um papel central do estudante no processo de aprendizagem, buscando romper com práticas tradicionais e transmissivas. Entre as principais abordagens destacam-se as mencionadas no quadro 1.

Quadro 1 – Metodologias Ativas no Ensino de Ciências

Metodologia Ativa	Descrição	Referência
Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)	Resolução de problemas reais e contextualizados, ativando conhecimentos prévios e promovendo pensamento crítico e autonomia.	Leon e Onófrio (2015); Magalhães (2020)
Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)	Desenvolvimento de projetos baseados em situações-problema relevantes, articulando teoria e prática por meio de pesquisa e experimentação.	Pasqualetto et al. (2017)
Sala de Aula Invertida	A teoria é estudada antes da aula (vídeos, textos), enquanto o tempo em	Guarda et al. (2023)

	sala é voltado à aplicação prática, debates e resolução de dúvidas.	
Estudos de Caso	Análise de situações reais ou simuladas, exigindo argumentação, tomada de decisão e articulação de saberes.	Paixão et al. (2024)
Ensino Investigativo	Estimula o questionamento, formulação de hipóteses e experimentação, simulando o fazer científico e desenvolvendo o protagonismo e autonomia.	Carvalho (2018)
Rotação por Estações	Os alunos percorrem diferentes estações de aprendizagem com tarefas variadas (digitais, leitura, experimentos), promovendo múltiplas estratégias de ensino.	Moran (2018)

Fonte: Autoria própria

Apesar das metodologias ativas estarem sendo muito incentivadas nos últimos tempos, ressaltamos que a grande maioria carece de sólida fundamentação teórica e metodológica (formativa), podendo tender a colocar o professor como coadjuvante, ficando a margem do processo de ensino, uma vez que tais metodologias propõem que o aluno seja figura central no processo de ensino aprendizagem (Prado, 2019). Neste contexto, consideraremos nesta tese, a SEI desenvolvida e aplicada aos licenciandos como metodologia ativa de aprendizagem, por esta estar amplamente fundamentada do ponto de vista teórico e metodológico.

2.2 As Sequências de Ensino Investigativas (SEI)

O ato de investigar é intrínseco ao ser humano. Por exemplo, observe uma criança vendo sua sombra: ao mover-se, ela percebe mudanças no tamanho da sombra, formulando hipóteses intuitivas sobre o fenômeno. O ensino tradicional, por sua vez, rompe com esse processo natural, priorizando a transmissão de saberes e desestimulando o questionamento (Sasseron; Carvalho, 2008).

O Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) busca aproximar o processo de ensino da lógica própria da prática científica, de modo a favorecer a problematização, a formulação de hipóteses, a experimentação, a análise de resultados e a comunicação das conclusões. Tal perspectiva propõe que os alunos assumam papel

ativo na construção do conhecimento científico, desenvolvendo competências cognitivas e metacognitivas essenciais para a compreensão da ciência e de sua natureza (Carvalho, 2013). No quesito ensino de Ciências por Investigação, o termo Sequência de Ensino Investigativa (SEI) tem sido amplamente utilizado para designar sequências didáticas fundamentada no ensino de ciências por investigação (Magalhães et al., 2023; Magalhães; Zuliani, 2020).

As SEI, por sua vez, representam uma materialização curricular dessa proposta, pois organizam as atividades em etapas sistematizadas, como problematização inicial, levantamento de hipóteses, experimentação, análise e sistematização coletiva, possibilitando a inserção prática da investigação no cotidiano escolar.

Como ressaltam Magalhães e Zuliani (2020), as SEI configuram-se como instrumentos metodológicos capazes de operacionalizar o ensino investigativo, favorecendo a aprendizagem significativa e a formação crítica dos futuros professores.

De acordo com Sasseron (2015) o ensino investigativo é uma abordagem didática, podendo estar vinculado a qualquer outro recurso de ensino. Nesta proposta, o professor deve utilizar suas habilidades, ajudando os alunos na resolução de problemas, estimulando a discussão entre os pares, e os diferentes recursos e aparatos que devem estar à disposição, considerando sempre os conhecimentos pré-existentes. O ensino por investigação pode ou não conter práticas experimentais, e ser também utilizado nas ciências humanas. Existe por outro lado a visão equivocada que esse tipo de ensino é para formar cientistas (Carvalho, 2013; Sasseron, 2015).

Cañal e Porlán (1988) propõem as bases para um modelo didático de caráter investigativo, no qual a aprendizagem em ciências deve ser entendida como um processo de construção que articula problemas relevantes, hipóteses, experimentação, análise e comunicação de resultados. Segundo os autores, “O modelo didático de tipo investigativo pretende que os alunos reconstruam os conhecimentos científicos por meio de um processo semelhante ao seguido pela ciência, ainda que adaptado ao seu nível” (Cañal; Porlán, 1988, p. 56, tradução nossa). Esse enfoque desloca o ensino de ciências de uma prática transmissiva para uma prática que valoriza a problematização, a participação ativa e a reflexão crítica, permitindo que os alunos se apropriem não apenas dos conteúdos, mas também da lógica do fazer científico. Nesse contexto, a função do professor é compreendida como

mediadora, promovendo situações que incentivem a investigação e favoreçam o diálogo entre as concepções dos estudantes e o conhecimento científico escolar.

Na verdade, a educação científica e o pensamento/cultura científica são importantes para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, sejam eles cientistas no futuro ou não (Zuliani, 2000; Suart; Marcondes, 2009). Os alunos nessa proposta podem descobrir que não existe apenas a reprodução de um método científico, mas o que é de fato a Ciência e o que são os métodos na ciência, ou seja, que não existe apenas um método científico (Carvalho, 2013).

Como a própria construção de conhecimento em Ciência, o ensino por investigação deve oferecer condições para que os discentes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno observado, por meio do uso de raciocínio do tipo hipotético-dedutivo (Zuliani, 2000). Acredita-se que o ensino por investigação deve possibilitar o desenvolvimento de ideias que possam culminar na compreensão de leis e teorias, e possível construção de modelos (Sasseron, 2015).

O professor deve possibilitar o protagonismo do aluno, para que ele ativamente construa suas percepções sobre Ciência. Além disso, o professor deve instigar os alunos a realizarem discussões, comparando resultados e buscando a resolução do problema (Sasseron, 2015). Carvalho (2013) se fundamenta em Piaget e defende que devemos partir de uma problematização que instigue o aluno a raciocinar e descobrir. O ensino por investigação também exige que o professor valorize os erros e mostre ao aluno a importância de construir novas hipóteses explicativas para aprender, ou seja, que não deve existir o medo de errar. Desta forma, a construção conceitual não ocorre de forma mecânica (Zuliani, 2000).

Desta maneira, o professor orienta e medeia o raciocínio de seus alunos, e não atua apenas de forma expositiva, e desde que o aluno se aproprie da problematização, ocorre a passagem manipulativa para a passagem intelectual. Carvalho (2013) ainda defende que no Ensino de Ciências, a experimentação passa a ser uma estratégia metodológica de ensino, desde que durante sua execução o professor levante questões que levem o aluno a tomar consciência por meio do raciocínio lógico das estratégias para resolver o problema.

Neste processo, deve ficar claro para o professor, a importância do erro na construção de novos conhecimentos, sendo que é fácil não errar um experimento quando todas as etapas são determinadas por uma pessoa experiente, no caso o

professor. Processos de frustração, reflexão, repetição, entre outros, também segundo a autora são essenciais para que o aluno vivencie seu próprio raciocínio e não o do professor (Zuliani, 2000; Sasseron, 2015).

Com relação a elaboração das atividades investigativas, Suart (2008) destaca que:

Elaborar e executar atividades experimentais investigativas não é um processo simples, exige que, além do aluno, o professor também esteja engajado na sua realização. Ao lado de dominar o conteúdo a ser desenvolvido, o professor precisa de tempo e cautela para elaborar uma atividade experimental investigativa. Deve se atentar aos pontos frágeis que podem gerar ambiguidades ou dificuldades conceituais nos alunos, como por exemplo, o que foi verificado ao analisar o experimento realizado pela professora da escola (Suart, 2008, p. 179).

Carvalho (2013) divide as atividades investigativas em ciências em quatro etapas. A primeira etapa consiste na distribuição e reconhecimento do material experimental e proposição do problema ou contextualização. Nessa etapa os alunos deverão preferencialmente ser divididos em grupos e se familiarizar com os aparatos experimentais, bem como o objetivo da atividade.

Na segunda etapa ocorre a resolução de problemas pelos alunos. Os conteúdos procedimentais estarão à prova, pois as atividades serão manipulativas. Por meio de hipóteses levantadas pelos grupos, nessa etapa começa a construção do conhecimento científico. O professor deve se preocupar que a questão central problematizadora seja compreendida. No mais, deve deixar os alunos discutirem as ideias com os colegas, com maior abertura para colocarem em discussão suas percepções e teorias.

A próxima etapa consiste no debate entre os grupos de alunos e o professor. Essa é a terceira etapa e segundo a autora deve ocorrer a sistematização dos conhecimentos. Inicia-se então o desenvolvimento de atitudes científicas com o levantamento dos dados obtidos através da observação dos fenômenos. Neste momento, recomenda-se retirar os aparatos experimentais para que os alunos não se distraiam. Nessa etapa o professor passa a ser o protagonista, ajudando os alunos a organizarem e sistematizarem os conhecimentos adquiridos ao longo da atividade experimental. Além disso, o professor conduz o aluno na construção do conceito trabalhado, explorando a linguagem oral e, aos poucos, alfabetizando-os cientificamente.

Finalmente na quarta parte, nomeada pela autora como etapa de desenhar ou escrever, ocorre a aprendizagem individual do aluno, após aprendizagem social com os pares e professor. O objetivo é escrever ou desenhar sobre o que aprenderam na aula, para obtenção de aprendizagem significativa e sistematizada em relação aos conhecimentos pré-existentes.

Ao abrir espaços para que os alunos nas aulas experimentais de ciências exponham seus raciocínios, confrontem suas teorias e debatam seus argumentos, torna-se possível o desenvolvimento não apenas da aprendizagem de conceitos, como também de um pensamento mais próximo do científico e do crítico (Sasseron, 2015).

As atividades investigativas podem configurar uma estratégia profícua para favorecer a reaproximação e a integração de conceitos específicos, potencializando a aprendizagem significativa dos estudantes, como demonstrado por Magalhães (2020) no estudo realizado durante o mestrado intitulado Bioquímica e função renal: utilizações de sequências didáticas com enfoque investigativo para reaproximação de conceitos específicos (Magalhães et al., 2020a).

Deste modo, ao aumentar o nível de abertura nas atividades experimentais se produz um maior nível de exigência cognitiva. A proposição de que os alunos elaborem o planejamento, experimental ou não, para testar as hipóteses apresentadas e selecionadas para investigação, discutindo com os grupos para que pudessem ser executados, envolvem os estudantes em atividades de protagonismo no processo de ensino e aprendizagem. A mediação do professor, ao incentivar que os estudantes elaborem seus próprios planos experimentais na tentativa de testar suas hipóteses, promove a autonomia (Carvalho, 2013).

Os papéis desempenhados pelo professor e pelos alunos nas diversas etapas envolvidas em uma atividade com características investigativas podem definir diferentes graus de liberdade, autonomia, conferidos ao aluno. Desta maneira, podemos avaliar os níveis de abertura das atividades experimentais investigativas (Munford; Lima, 2007; Jiménez-Valverde; Llobera-Jiménez; Llitjós-Viza, 2006) cujos detalhes estão apresentados a seguir.

Quadro 2 – Níveis de abertura das atividades experimentais investigativas

Nível	Nome	Objetivo	Material	Método	Solução
0	Demonstração	Dado	Dado	Dado	Dada
1	Exercício	Dado	Dado	Dado	Aberta
2	Investigação estruturada	Dado	Dado todo ou em parte	Dado em parte	Aberta
3	Investigação aberta	Dado	Aberto	Aberto	Aberta
4	Projeto	Dado em parte o aberto	Aberto	Aberto	Aberta

Adaptado de: Munford e Lima (2007)

Na atividade experimental com enfoque investigativo aberta, o aluno não recebe um roteiro. Isso leva os alunos a determinados questionamentos aos quais uma aula convencional não levaria. Desta maneira, o professor tem a função de nortear, formulando questões que exigem um maior esforço mental, desenvolvendo atitudes de maior nível cognitivo. Todo esse processo de perguntas e respostas, se dará a partir da problematização inicial, a partir da apropriação do problema pelo aluno para que ele se sinta motivado a descobrir a resposta. Desta maneira, podemos avaliar o nível investigativo do experimento a partir dos questionamentos feitos pelos alunos a seus professores, dos professores aos alunos ou até provenientes da interação entre pares, uma vez que o trabalho em grupo é importante nesse tipo de proposta.

Desta maneira, o professor, deixa de lado o papel de único detentor do saber, e os resultados do experimento, sejam eles positivos ou negativos, servirão como pilar para discussões bem elaboradas, que levarão os alunos a construir argumentos e não apenas para comprovar teorias ou conceitos anteriormente apresentados e até mesmo superar algumas concepções alternativas, fazendo com que o próprio aluno reconheça seu erro. Dentro da realidade de cada aluno, devemos deixá-lo assumir ao máximo o protagonismo da atividade. O intuito é deixar que elabore seu próprio planejamento experimental para testar suas hipóteses (Munford; Lima, 2007).

Os papéis desempenhados pelo professor e pelos alunos nas diversas etapas envolvidas em uma atividade com características investigativas podem conferir

diferentes graus de liberdade ao aluno, de acordo com seu desenvolvimento, o que pode se configurar como um fator ideal para a inclusão escolar de estudantes com deficiência de aprendizagem, ao possibilitar a adaptação das estratégias pedagógicas às necessidades específicas desses alunos (Guedes, 2023).

Os elementos de um roteiro para o ensino por investigação, principalmente com ênfase na formação de professores, não devem ser compreendidos como um simples passo a passo, pois isso comprometeria a autonomia. Embora muitos autores proponham estruturas semelhantes para o ensino investigativo, o objetivo não é engessar a prática pedagógica, mas sim oferecer referenciais flexíveis que dialoguem com a realidade escolar e com os objetivos da aprendizagem (Carvalho, 2013).

A implementação do ensino investigativo não é simples. Rompe-se com o paradigma do professor como único detentor do saber e exige a proposição de perguntas desafiadoras que tiram tanto alunos quanto docentes da zona de conforto. O professor deve evitar dar respostas prontas, incentivando os alunos ao levantamento de hipóteses, à experimentação e à análise de resultados (Santos; Mortimer, 2002).

A qualidade de nosso pensamento é determinada pela qualidade de nossas perguntas, pois as perguntas são o motor, a força propulsora por trás do pensamento. Sem perguntas, não temos sobre o que pensar (Paul; Elder, 2019, p. 7).

Tais metodologias, ao estimularem a argumentação, contribuem para refletir sobre o processo de enculturação científica² na escola, considerando também os saberes populares e promovendo a transformação dos conhecimentos do cotidiano em conhecimentos científicos.

Os alunos não devem se apropriar da ciência como sendo verdade suprema, absoluta e inquestionável. A partir do cotidiano e de seus saberes populares, o ensino por investigação pode gradualmente inserir os saberes científicos. Esses saberes devem ser tratados de maneira horizontal, sem a hierarquização entre conhecimento científico e conhecimento popular, pois ambos são formas legítimas de compreender o mundo (Santos; Mortimer, 2002; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002; Sartori;

² O conceito de enculturação científica refere-se ao processo de inserção dos sujeitos na cultura da ciência, permitindo-lhes compreender e interpretar o mundo por meio do pensamento científico, alinhando-se à proposta de Chassot (2003), que defende a alfabetização científica como forma de aproximar a ciência da vida cotidiana.

Longo, 2021; Zômpero; Laburú, 2011; Carvalho, 2018).

Essa horizontalidade é essencial para desconstruir o papel dominante da ciência veiculada por mídias sociais e escolares como única fonte legítima de verdade. Apenas com essa abordagem é possível possibilitar que os estudantes desenvolvam um olhar científico sobre o mundo que os cerca, permitindo a construção de intervenções conscientes fundamentadas na perspectiva CTSA, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Santos; Affonso; Kataoka, 2020).

O ensino de ciências por investigação tem se consolidado como uma abordagem essencial para a formação de professores de Química, especialmente em um contexto educacional que exige metodologias ativas, críticas e conectadas à realidade dos estudantes. Assim, forma-se um profissional que não apenas domina o conteúdo, mas também compreende os processos cognitivos e pedagógicos que sustentam o aprender a ensinar ciências (Miranda; Marcondes; Suart, 2015).

Como destaca Carvalho (2013; 2018), o ensino por investigação envolve a elaboração de situações que incentivam a curiosidade e a argumentação, permitindo que os alunos construam significados a partir de suas próprias indagações. Essa metodologia é especialmente potente na formação docente, pois capacita o futuro professor a lidar com a complexidade da sala de aula e a articular teoria e prática de forma crítica.

Acreditamos que as SEI configuram-se como uma metodologia promissora para a formação de professores contemporâneos, ao favorecer práticas reflexivas, investigativas e alinhadas às demandas de uma educação contemporânea, crítica e contextualizada (Ferreira; Hartwig; Oliveira, 2010; Miranda; Marcondes; Suart, 2015). Neste contexto, propomos que as (SEI), ao promoverem o protagonismo discente, consequentemente promoverá o desenvolvimento docente.

Por meio da resolução de problemas em contextos reais e a construção ativa do conhecimento, constituem terreno fértil para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas. No entanto, essa transformação ocorre de forma lenta e gradual, pois romper com hábitos já consolidados e modelos tradicionais de ensino, internalizados ao longo de anos de formação, exige tempo, acompanhamento e intencionalidade no processo formativo (Baird; Mitchell, 1987; Rosa, 2014). A seguir, abordaremos a metacognição no contexto educacional, destacando como a articulação entre ambas pode contribuir para os processos formativos.

2.3 Contribuições do Ensino de Ciências por Investigação para a Formação Docente em Química

O ensino de Ciências por investigação tem sido amplamente discutido como uma abordagem capaz de contribuir para a formação de professores críticos e reflexivos. Miranda e Marcondes (2015) destacam que práticas investigativas no ensino médio de Química contribuem de forma significativa para o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes, além de favorecerem a formação inicial docente ao estimular processos de planejamento e reflexão sobre a prática.

Nesse mesmo sentido, Oliveira e Obara (2018) analisam vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada, apontando que a dimensão investigativa perpassa tanto o planejamento quanto a execução das atividades. Os autores ressaltam que o ensino por investigação permite integrar teoria e prática de forma mais efetiva, constituindo-se como estratégia formativa de relevância para futuros educadores.

Durante sua formação, ao vivenciar e planejar atividades investigativas, o futuro professor de Química desenvolve competências fundamentais como a capacidade de questionar, contextualizar e criar estratégias didáticas mais próximas da realidade dos alunos (Magalhães et al., 2020a; Magalhães et al., 2020b; Magalhães, 2020). O ensino por investigação favorece também o desenvolvimento da autonomia docente e discente, contribuindo para uma postura reflexiva e colaborativa na prática pedagógica. Além disso, estimula a compreensão de que o conhecimento científico é construído historicamente e está em constante transformação, superando a visão de ciência como um corpo de verdades absolutas (Santos; Mortimer, 2002; Ferreira; Hartwig; Oliveira, 2010; Zômpero; Laburú, 2011; Carvalho, 2018).

A preocupação com a dimensão epistemológica do trabalho docente também aparece em Porlán, García e Del Pozo (1997), que investigam o conhecimento profissional dos professores e sua relação com a epistemologia da ciência. Os autores destacam que “O conhecimento profissional dos docentes não pode ser compreendido sem levar em conta a epistemologia que subjaz às suas concepções sobre a ciência e sobre o seu ensino” (Porlán; García; Del Pozo, 1997, p. 158, tradução nossa). Isso implica reconhecer que a prática docente não é neutra, mas está ancorada em visões específicas de ciência, que influenciam tanto o modo de

ensinar quanto as oportunidades de aprendizagem dos alunos. As contribuições dos pesquisadores supracitados oferecem fundamentos sólidos para compreender o ensino investigativo como um modelo que, além de organizar sequências didáticas centradas na problematização e na indagação, promove a reflexão crítica sobre a própria prática docente e suas bases epistemológicas, constituindo-se em referência importante para a formação inicial e continuada de professores de Ciências.

Suart (2008) investiga as habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de Química durante a realização de atividades experimentais investigativas. O estudo parte da perspectiva de que práticas investigativas favorecem não apenas a compreensão dos conceitos científicos, mas também o desenvolvimento de processos cognitivos superiores, fundamentais para a formação crítica dos estudantes. A pesquisa analisou como os alunos lidam com etapas do trabalho científico, tais como formulação de hipóteses, controle de variáveis, interpretação de dados e construção de explicações. Os resultados indicam que, embora predominem respostas classificadas em níveis cognitivos mais baixos, as atividades investigativas abrem espaço para o exercício de raciocínio mais elaborado, desde que haja mediação docente intencional.

Os resultados de Suart (2008) evidenciam que atividades experimentais investigativas possibilitam aos estudantes do ensino médio manifestar diferentes níveis de habilidades cognitivas, desde ações mais elementares, como a observação e a descrição de fenômenos, até processos mais complexos, como a formulação de hipóteses e a análise de variáveis. Essa constatação pode ser transposta para a formação docente, na medida em que evidencia a importância de compreender o desenvolvimento cognitivo em uma perspectiva progressiva, que vai de processos básicos, muitas vezes de caráter quase congênito, para níveis mais elaborados de reflexão e regulação metacognitiva.

Na formação inicial e continuada de professores, esse movimento implica reconhecer que, assim como os alunos do ensino médio necessitam de mediação para avançar de um raciocínio descritivo para um raciocínio explicativo, os licenciandos também precisam ser orientados a refletir sobre sua própria aprendizagem. A ênfase não deve recair apenas na aquisição de conhecimentos conceituais ou procedimentais, mas também na capacidade de monitorar, avaliar e ajustar suas próprias estratégias de ensino e aprendizagem, caracterizando o desenvolvimento de habilidades metacognitivas (Flavell, 1979; Rosa, 2014).

Assim, o professor em formação pode se beneficiar das práticas investigativas ao vivenciar, em sua trajetória acadêmica, situações que o desafiem a ir além da simples reprodução de conteúdos ou técnicas didáticas. Tais experiências favorecem o trânsito de uma dimensão cognitiva baseada na execução de tarefas e no domínio de informações para uma dimensão metacognitiva, em que o sujeito se torna consciente de como aprende, de como ensina e de quais estratégias pode adotar para promover aprendizagens mais significativas em seus futuros alunos.

Nesse sentido, integrar atividades investigativas na formação docente representa um “caminho formativo duplo”: de um lado, fortalece o repertório cognitivo dos licenciandos, ampliando suas capacidades de análise, síntese e resolução de problemas; de outro, estimula a construção de uma postura metacognitiva, que possibilita ao futuro professor refletir sobre sua prática, autorregular suas ações e transformar sua atuação pedagógica em processos contínuos de aprendizagem e deste modo propagar para seus futuros alunos.

O ensino de Ciências por investigação tem sido apontado como um caminho promissor para promover tanto o desenvolvimento do pensamento de ordem superior quanto da metacognição. No entanto, Zohar et al. (2025) observaram que professores de Ciências frequentemente conduzem tais práticas de forma intuitiva, sem explicitar os componentes reflexivos do processo investigativo, o que limita o potencial dessas estratégias para fomentar a autorregulação e o pensamento crítico dos estudantes.

O ensino investigativo pode ser compreendido como uma metodologia promissora para a metacognição, desde que acompanhado de mediações pedagógicas que tornem visíveis e conscientes as etapas de planejar, monitorar e avaliar o próprio pensamento. Zohar et al. (2025) evidenciam que, quando os professores passam a integrar de forma explícita esses componentes metacognitivos em suas aulas investigativas, há um avanço significativo na qualidade das aprendizagens, pois os estudantes deixam de apenas realizar procedimentos e passam a refletir sobre como pensam e aprendem durante a investigação.

Diante dessas considerações sobre o potencial das atividades investigativas no desenvolvimento cognitivo e metacognitivo, o próximo capítulo aprofunda a discussão sobre a metacognição, compreendendo seus fundamentos, estrutura e implicações para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.4 Metacognição: Fundamentos, Estrutura e Implicações para a Formação Docente em Química

Este capítulo trás um breve histórico conceitual do termo, seguido das diferentes abordagens e modelos propostos na literatura, dos componentes e funções que estruturam o processo metacognitivo e das habilidades a ele associadas. Na sequência, discute-se sua importância para a educação e, de modo particular, suas implicações para a formação de professores de Química, campo no qual a metacognição se mostra promissora.

2.4.1 Um breve Histórico Conceitual sobre a Metacognição

O termo metacognição tem origem na junção do prefixo grego "meta", que significa "além de" ou "sobre", e a palavra "cognição", que se refere aos processos mentais envolvidos na aquisição e uso do conhecimento. Ele pode ser compreendido como a faculdade de conhecer o próprio ato de conhecer, tendo emergido como campo de investigação a partir dos estudos do psicólogo americano John H. Flavell, no final da década de 1960 e início da década de 1970, em pesquisas relacionadas à memória.

Nesse contexto, o autor passou a utilizar o conceito para designar o modo como o sujeito conhece o que já conhece (Flavell, 1976; Flavell; Wellman, 1977). Embora tais discussões encontrem antecedentes na obra de Jean Piaget, a literatura atribui a Flavell o pioneirismo na utilização do termo, uma vez que é a partir dele que a comunidade científica, especialmente nas áreas da psicologia cognitiva e da educação, passou a se apropriar e adaptar esse termo (Rosa; Biazus, 2022, p. 16-17).

A proposta de Flavell está fundamentada na psicologia do desenvolvimento e na epistemologia genética piagetiana, estabelecendo bases para a formulação do denominado Modelo de Monitoramento Cognitivo, no qual se articulam quatro componentes principais: conhecimento cognitivo, experiências metacognitivas, metas ou tarefas cognitivas e ações ou estratégias cognitivas (Flavell, 1979; Wellman, 1985). Tal modelo deu sustentação a posteriores sistematizações no campo educacional e

permanece como referência central para a compreensão da metacognição (Boszko; Rosa; Delord, 2022, p. 36-39).

Na sequência, destacam-se as contribuições de Ann Brown (Brown 1978; 1987), que cunhou o termo metacompreensão no campo da leitura. A autora enfatizou a importância do controle executivo e autorregulador, organizado em três operações fundamentais: planificação, monitoramento e avaliação. Essa perspectiva consolidou a dimensão regulatória da metacognição, vinculada à consciência do aprendiz sobre seus próprios processos cognitivos (Boszko; Rosa; Delord, 2022).

Posteriormente, outros modelos foram incorporados à literatura, ampliando o escopo teórico. Destacam-se: o modelo de Kuhn, relacionado ao metaconhecimento ou metasaber; o de Borkowski e Pressley (1987), inicialmente voltado às estratégias de metamemória; o de Nelson e Narens (1990; 1996), que discute a inter-relação entre monitoramento e controle; o de Schraw e Dennison (1994), que propõe uma taxonomia articulada a partir de Brown; e o de Tarricone (2011), que considera o autoconhecimento, o autocontrole e a autocorreção como habilidades reflexivas complexas (Boszko; Rosa; Delord, 2022).

Apesar das diferenças de ênfase, autores como Zohar e Barzilai (2013) observam a manutenção de um núcleo comum, assentado em Flavell, que distingue duas componentes centrais da metacognição: o conhecimento metacognitivo (relacionado a pessoa, tarefa e estratégias) e a autorregulação (metacognitive skills). Ademais, reconhece-se a importância das experiências metacognitivas, compreendidas como estados conscientes de reflexão, intuições e julgamentos que influenciam os processos de aprendizagem (Rosa; Boszko; Delord, 2022).

Para essa pesquisa consideramos a definição de Rosa (2011, p. 57), a “metacognição é o conhecimento que o sujeito tem sobre o seu próprio conhecimento e a capacidade de regulação dada aos processos executivos, somada ao controle e à orquestração desses mecanismos”.

2.4.2 Diferentes abordagens/modelos de metacognição

Desde as formulações pioneiras de John Flavell (1979), a noção de metacognição vem se consolidando no campo da psicologia cognitiva e,

posteriormente, encontrando aplicações fundamentais na educação. Segundo o autor a metacognição refere-se ao conhecimento que o sujeito tem sobre os seus próprios processos cognitivos e à habilidade de monitorar e regular tais processos. A metacognição, entendida desde Flavell (1979) como a consciência e regulação dos próprios processos cognitivos, consolidou-se na psicologia cognitiva e tornou-se essencial por favorecer o conhecimento e a autorregulação da própria aprendizagem.

Há uma distinção reconhecida entre os conceitos de cognição e metacognição, tal como apontam Brown et al. (1983). A cognição pode ser compreendida como o conjunto de processos mentais responsáveis por adquirir, armazenar e utilizar informações na resolução de problemas e no enfrentamento de diferentes situações. Nesse sentido, Moreira (1999) destaca que a cognição envolve processos de atenção, percepção, memória e raciocínio, que permitem ao sujeito organizar e estruturar o conhecimento, constituindo a base para aprendizagens significativas.

Já a metacognição corresponde à capacidade de refletir sobre esses processos cognitivos, monitorando-os e regulando-os de forma consciente. Trata-se, portanto, do conhecimento do conhecimento e do controle sobre os mecanismos utilizados na aprendizagem (Flavell, 1979; Schraw, 1998). Em termos práticos, ocorre, por exemplo, quando o estudante avalia se compreendeu realmente a leitura, decide reler um trecho difícil ou opta por uma estratégia distinta para resolver determinado problema. Nesse contexto, Schraw (1998) ressalta que diversos estudos empíricos evidenciam que o conhecimento cognitivo pode facilitar a regulação cognitiva, reforçando a interdependência entre os dois níveis.

Do ponto de vista teórico, a metacognição tem sido estudada sob diferentes abordagens. Na perspectiva neopiagetiana, privilegia-se o papel da tomada de consciência e do desenvolvimento das operações mentais no processo de aprendizagem (Case, 1985). Já na abordagem da Teoria da Mente, a ênfase recai sobre a capacidade de o sujeito atribuir estados mentais a si e aos outros, compreendendo intenções, crenças e desejos (Wellman, 1990). Por sua vez, na perspectiva histórico-cultural, a metacognição é entendida como processo mediado socialmente, vinculado à interação e ao uso da linguagem como instrumento de regulação (Vygotsky, 1998). Finalmente, em uma abordagem holística, autores como Tarricone (2011) propõe integrar as dimensões cognitivas, afetivas e motivacionais, destacando a complexidade das habilidades reflexivas implicadas no aprender a aprender.

Flavell, (1976) também relaciona o conhecimento cognitivo como o conhecimento sobre as próprias forças e limitações cognitivas, incluindo os fatores (internos e externos) que podem interagir para afetar a cognição. Ele classifica tal conhecimento em três tipos: (1) conhecimento “pessoal”, que inclui qualquer coisa que acredita na natureza dos seres humanos como processadores cognitivos; (2) conhecimento da “tarefa”, que inclui conhecimento sobre as demandas de diferentes tarefas; e (3) conhecimento de “estratégia”, que é o conhecimento sobre os tipos de estratégias que provavelmente serão mais úteis. Segundo o autor, diferentes tipos de conhecimento podem interagir, como na crença de que se deve usar a estratégia A (versus a estratégia B) para resolver a tarefa X (em vez da tarefa Y).

Os estudos de Flavell sobre metacognição foram aprofundados em outras publicações (1978; 1979; 1987). Desde então, a metacognição tem ganhado lugar de destaque nas pesquisas em ensino de ciências, porém suas utilizações, em sua grande maioria, ainda apresentam uma fragilidade teórica de compreensão e definição, com o surgimento de outros pesquisadores e estudos. São encontradas várias definições no campo da psicologia cognitiva, como:

a) “O conhecimento e controle que as crianças têm sobre seu próprio pensamento e atividades de aprendizagem” (Cross; Paris, 1988, p. 131);

b) “Consciência de seu próprio pensamento, consciência do conteúdo de suas concepções, um monitoramento ativo de seus processos cognitivos, uma tentativa de regular seus processos cognitivos em relação à aprendizagem posterior e uma aplicação de um conjunto de heurísticas como um dispositivo eficaz para ajudar as pessoas a organizarem seus métodos de ataque a problemas em geral” (Hennessey, 1999, p. 3);

c) “Consciência e gestão do próprio pensamento” (Kuhn; Dean, 2004, p. 270);

d) “O monitoramento e controle do pensamento” (Martinez, 2006, p. 696, tradução nossa).

Como mencionado anteriormente, a metacognição apresenta duas partes constituintes: conhecimento sobre cognição e regulação ou monitoramento da cognição (Flavell, 1979; Paris; Winograd, 1990; Schraw; Moshman, 1995). Neste contexto, Flavell (1979) argumenta que são as experiências metacognitivas que permitem monitorar e regular o próprio pensamento, desempenhando um papel importante no desenvolvimento e refinamento do conhecimento metacognitivo.

Pesquisadores da área propuseram diferentes formas de classificar o conhecimento metacognitivo. Entre essas classificações, destaca-se a distinção entre conhecimento declarativo e procedimental, utilizada por diversos autores (Cross; Paris, 1988; Schraw; Moshman, 1995; Schraw et al., 2006). O conhecimento declarativo, segundo Kuhn e Dean (2004), pode ser entendido de maneira ampla como a compreensão epistemológica, isto é, a capacidade do estudante de compreender tanto o pensamento quanto o próprio conhecimento em uma perspectiva geral.

Haller et al. (1988) identificam três grupos de atividades mentais intrínsecas à metacognição no contexto da compreensão da leitura: consciência, monitoramento e regulação. De acordo com essa estrutura, a consciência envolve o reconhecimento de informações explícitas e implícitas, bem como a capacidade de lidar com divergências ou imprecisões no texto. O monitoramento abrange o estabelecimento de metas, o questionamento interno, a paráfrase, a ativação do conhecimento prévio relevante, a criação de conexões entre o novo conteúdo e o conhecimento prévio adquirido, e a elaboração de resumos para aprimorar a compreensão durante a leitura. Por fim, a regulação refere-se a "estratégias compensatórias para realinhar e fortalecer a compreensão quando ela estiver vacilante" (p. 6).

Já Schraw et al. (2006) retratam o conhecimento cognitivo declarativo como o conhecimento sobre si mesmo enquanto aprendiz e os fatores que podem influenciar o desempenho de uma pessoa. Além disso, os autores também diferenciam o conhecimento cognitivo condicional, que se refere ao conhecimento sobre o porquê e quando utilizar uma determinada estratégia. De acordo com os autores, o conhecimento cognitivo é geralmente "desenvolvido tardiamente", visto que as crianças frequentemente apresentam deficiências nesse tipo de conhecimento. Ainda, embora a capacidade de articular explicitamente o conhecimento cognitivo tenda a melhorar com a idade, muitos adultos enfrentam dificuldades em explicar o que sabem sobre seus próprios pensamentos. Esse último resultado sugere que o conhecimento cognitivo pode não necessariamente precisar ser expresso explicitamente para que as pessoas possam acessá-lo e utilizá-lo.

Por sua vez, Tarricone (2011) se refere a metacognição como sendo um construto, que seria uma definição operacional que busca representar empiricamente um conceito dentro de um quadro teórico. Por construto entende-se elaborações ideativas criadas ou adotadas com finalidade científica, as quais se referem à esquemas teóricos que se complementam de diversas maneiras com outros

constructos e/ou conceitos, como se fosse uma rede de conexões (Freitas, 1994). Thomas et al., (2008), definem metacognição como sendo um construto que muitas vezes é considerado para conferir atenção à melhoria dos processos de aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, aos seus resultados de aprendizagem.

Do ponto de vista da psicologia do desenvolvimento e da educação, a cognição também se relaciona diretamente à capacidade do sujeito de aprender, adaptar-se e construir novos conhecimentos. Nesse contexto, ela não se limita à operação de processos mentais, mas está intrinsicamente associada ao desenvolvimento humano e à mediação pedagógica. A cognição permite que o indivíduo compreenda o que aprende, estabeleça relações significativas entre conteúdos e reflita sobre sua própria aprendizagem (Lima; Cunha, 2016).

Sob a perspectiva da neurociência cognitiva³, a cognição é compreendida a partir de sua base biológica, que sustenta o funcionamento cerebral. Nessa visão, estão incluídos os mecanismos neurais que permitem ao cérebro adquirir, processar, armazenar e recuperar informações, constituindo o alicerce do comportamento inteligente e da adaptação ao meio. Desse modo, investigar os fundamentos neurobiológicos da cognição possibilita entender como funções como atenção, memória e linguagem se estruturam fisicamente no cérebro (Kolb; Whishaw, 2002).

Schraw e Moshman (1995) defendem que o conhecimento cognitivo e a regulação cognitiva estão integrados em teorias metacognitivas. Essas teorias são construídas pelos indivíduos para sistematizar o conhecimento e planejar suas atividades mentais. Existem três tipos de tais teorias. As teorias tácitas são construídas sem conhecimento explícito de experiências pessoais ou interações com colegas. Essas teorias podem ser difíceis de mudar, justamente porque são implícitas. As teorias informais são caracterizadas como "fragmentárias"; ou seja, os indivíduos podem estar cientes de alguns aspectos dessas teorias, mas não possuem uma estrutura explícita para organizar suas crenças sobre o conhecimento. Com o tempo, espera-se que essas teorias informais se tornem mais sofisticadas e formalizadas. Por fim, as teorias formais são altamente sistematizadas e estruturadas. No entanto, são

³A neurociência cognitiva é o campo que investiga como processos mentais como percepção, memória, linguagem e atenção são sustentados pela atividade cerebral e por seus mecanismos biológicos (Gazzaniga; Ivry; Mangun, 2006).

raras e, por serem explícitas, estão mais sujeitas a "avaliação proposital e rigorosa" (Schraw; Moshman, 1995, p. 362).

Lai (2011) organiza os tipos de conhecimento sobre cognição, sistematizando os componentes de cada uma dessas estruturas de modo a facilitar a comparação entre elas. Assim, o Quadro 3 apresenta as terminologias utilizadas por distintos autores, permitindo visualizar as convergências e particularidades na concepção desses elementos. À luz da literatura, a metacognição é comumente descrita a partir de dois elementos constitutivos: o conhecimento sobre a cognição e o monitoramento da cognição (Cross; Paris, 1988; Flavell, 1979; Paris; Winograd, 1990; Schraw; Moshman, 1995; Schraw et al., 2006). Diversos referenciais teóricos foram propostos para categorizar essas dimensões, resultando em diferentes tipologias de componentes metacognitivos.

Quadro 3 – Tipologia dos Componentes Metacognitivos

Tipo de Componente Metacognitivo	Terminologia	Definição / Descrição	Autores
Conhecimento sobre a pessoa e a tarefa	Conhecimento declarativo	Conhecimento sobre si mesmo como aprendiz e sobre fatores que afetam a cognição.	Flavell (1979); Paris; Winograd (1990); Kuhn; Dean (2004); Cross; Paris (1988); Schraw et al. (2006); Schraw; Moshman (1995)
	Autoavaliação	Capacidade de julgar o próprio desempenho e limitações.	Paris; Winograd (1990)
	Compreensão epistemológica	Entendimento sobre a natureza do conhecimento e do aprender.	Kuhn; Dean (2004)
Conhecimento cognitivo	Conhecimento procedimental	Consciência e manejo da cognição, incluindo o conhecimento sobre estratégias.	Cross; Paris (1988); Kuhn; Dean (2004); Schraw et al. (2006)
	Conhecimento estratégico	Conhecimento sobre por que e quando utilizar uma determinada estratégia.	Flavell (1979); Schraw et al. (2006)

Regulação cognitiva	Planejamento	Identificação e seleção de estratégias adequadas e alocação de recursos.	Cross; Paris (1988); Paris; Winograd (1990); Schraw et al. (2006); Schraw; Moshman (1995); Whitebread et al. (2009)
	Monitoramento	Atenção e consciência sobre o processo, regulando a compreensão e o desempenho da tarefa.	Cross; Paris (1988); Paris; Winograd (1990); Schraw et al. (2006); Schraw; Moshman (1995); Whitebread et al. (2009)
	Experiências metacognitivas	Processos de avaliar a própria aprendizagem, produtos e objetivos, revisitando e revisando metas.	Flavell (1979)
	Avaliação	Capacidade de julgar os processos e resultados da aprendizagem, promovendo ajustes.	Cross; Paris (1988); Paris; Winograd (1990); Schraw et al. (2006); Schraw; Moshman (1995); Whitebread et al. (2009)

Fonte: Lai (2011), tradução nossa

Outro elemento essencial da metacognição é o monitoramento da própria cognição, o qual muitos pesquisadores afirmam englobar atividades como planejamento, controle, regulação e avaliação (Cross; Paris, 1988; Paris; Winograd, 1990; Schraw; Moshman, 1995; Schraw et al., 2006; Whitebread et al., 2009). O planejamento consiste na identificação e escolha de estratégias adequadas, bem como na alocação de recursos, e pode envolver o estabelecimento de metas, a ativação de conhecimento prévio e a gestão do tempo. O controle ou regulação abrange a atenção e consciência em relação ao entendimento e desempenho da tarefa, e pode incluir autoavaliação. Por último, a avaliação é definida como "avaliar

os produtos e processos reguladores do próprio aprendizado", englobando a revisão dos objetivos estabelecidos (Schraw et al., 2006, p. 114).

Segundo os autores, tais processos são fundamentais para que o estudante desenvolva autonomia e consciência sobre como aprende, identificando suas dificuldades e elaborando formas mais eficazes de superá-las. No contexto das atividades experimentais, por exemplo, Rosa (2014) destaca que elas promovem situações que favorecem a tomada de consciência sobre os próprios pensamentos, estimulando o aluno a refletir sobre suas decisões, hipóteses e interpretações.

Todavia, com o avanço das pesquisas especialmente os apresentados nos estudos de Flavell e de Brown, duas grandes componentes parecem tomar forma e passam a ser referenciadas pelos autores que se cercam desse construto para suas investigações, ainda que não sejam consensuais, como veremos a seguir. São elas: 1) conhecimento da cognição; e 2) regulação da cognição. Embora exista certa discordância e confusão sobre se o funcionamento executivo e o processo de controle das ações devem ser considerados metacognitivos (Cavanahugh; Perlmutter, 1982), a maioria dos estudos indicam que essa categorização nas duas componentes se revela coerente (Schraw, 1998; Efklides, 2008; Zohar; Barzilai, 2013; Proust, 2013).

Tarricone (2011), respaldada em Brown (1981; 1987), acredita que esses posicionamentos sejam devidos à dificuldade em identificar e distinguir claramente as duas componentes. Essa dificuldade de categorização gerou preocupações, no sentido de que isso poderia levar a uma simplificação excessiva das diferenças entre as duas componentes. Mesmo assim, elas são frequentemente utilizadas nos estudos envolvendo metacognição, especialmente no campo da Educação, indicando que ao mesmo tempo, existe um consenso de que essa categorização é necessária para maior clareza do construto e para futuras pesquisas (Brown, 1981; 1987; Weinert, 1987).

Metacognição tem sido caracterizada como confusa, indefinida, vaga, imprecisa, entre outros vários termos que a fragilizam. Entretanto, também é tida como um construto conceitualmente significativa na psicologia cognitiva e nas pesquisas educacionais (Brown, 1987; Efklides, 2008; Flavell, 1981A; Flavell; Miller; Miller, 1999; Wellman, 1983). Essa imprecisão é devida a sua natureza multifacetada, com suas diversas influências e conexões de referenciais e teorias que possibilitam a configuração do construto. Outra dúvida constante é a que ocorre entre metacognição e metamemória que, por vezes, são usados como termos intercambiáveis. Usa-se

aspectos metacognitivos para se referir a metamemória, e vice-versa (Flavell, 1981A; Nelson; Narrens, 1996; Weinert, 1987; Wellman, 1983).

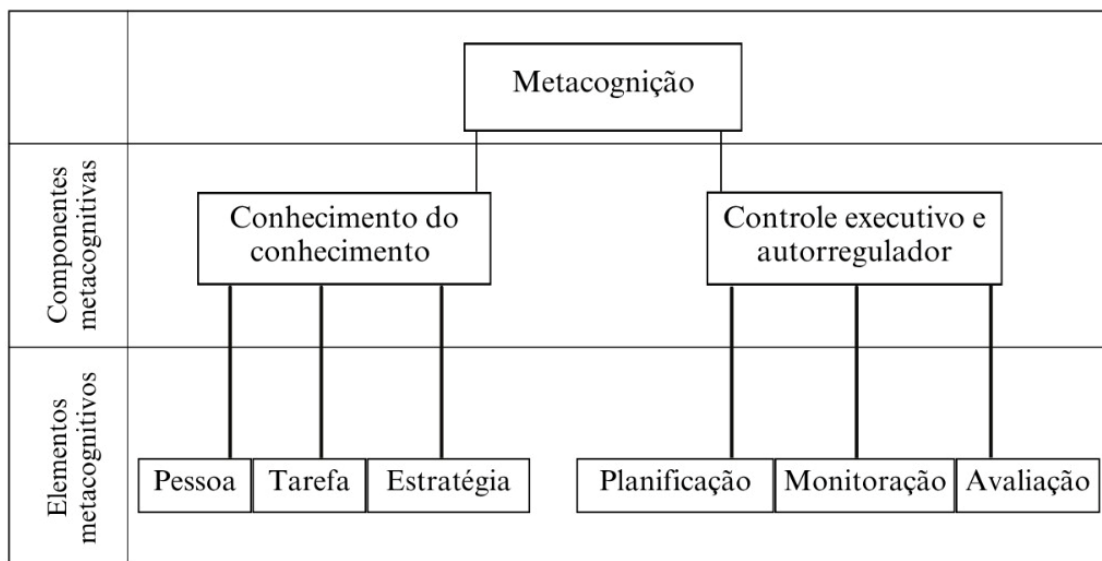
Diversos estudos têm discutido as múltiplas perspectivas e entendimentos da metacognição, resultando em sua complexidade e variabilidade na teoria e nos resultados da pesquisa (Brown et al., 1983; Brown, 1987). Por conta da nebulosidade na definição, muitas pesquisas se atêm a definir o construto como sendo somente o ato de “pensar sobre o pensar” e “julgamentos cognitivos sobre algo”, optando por não fazer uma definição rígida das definições operacionais (Paris; Winograd, 1990).

Nesse contexto, torna-se ainda mais relevante discutir como essa fragilidade conceitual impacta diretamente a formação de professores de química, que exige não apenas domínio de conteúdos, mas também o desenvolvimento de habilidades reflexivas e metacognitivas, fundamentais para articular teoria, prática e os desafios do ensino contemporâneo.

2.4.3 Componentes e funções metacognitivas

Flavell (1979) defende que, para ativar o pensamento de natureza metacognitiva, é necessário um “desafio”, algo que funcione como estímulo para a mobilização desse tipo de conhecimento. Esse mecanismo permite que o sujeito reconheça o que sabe ou acredita saber, tanto sobre si mesmo quanto sobre a ação que precisa executar. Conforme destaca Rosa (2014) o objetivo cognitivo pode ser o ativador do pensamento metacognitivo. Dessa forma, a definição de metacognição adotada nesta pesquisa fundamenta-se em duas componentes centrais, cada uma composta por três elementos, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Componentes e elementos constituintes do processo metacognitivo



Fonte: Rosa (2014)

A figura apresenta os componentes e elementos constituintes do processo metacognitivo, organizados em duas grandes categorias: o conhecimento sobre o conhecimento e o controle executivo e autorregulador. Essa estrutura teórica, conforme apresentada por Rosa (2014), permite compreender como os indivíduos tomam consciência de seus próprios processos cognitivos, planejam, monitoram e avaliam suas ações durante a realização de tarefas. O modelo destaca ainda os elementos que estruturam cada componente metacognitivo, como pessoa, tarefa e estratégia, no caso do conhecimento sobre o conhecimento, e planificação, monitoração e avaliação, no caso do controle executivo.

O componente metacognitivo Conhecimento sobre o conhecimento refere-se à consciência que o sujeito tem sobre seus próprios processos cognitivos. Segundo Rosa (2014), ele é subdividido em três elementos:

- Pessoa: Refere-se ao que o sujeito conhece sobre si mesmo enquanto aprendiz, incluindo suas capacidades, limitações, preferências e crenças sobre o próprio aprendizado. Por exemplo, um aluno que reconhece ter dificuldades com interpretação de gráficos demonstra consciência metacognitiva sobre a dimensão "pessoa".

- Tarefa: Diz respeito ao conhecimento que o sujeito possui sobre as características da atividade que precisa ser realizada, como grau de complexidade, tempo necessário, tipo de raciocínio exigido etc. Isso envolve a percepção da natureza da tarefa e o que ela demanda cognitivamente.
- Estratégia: Relaciona-se ao conhecimento sobre os procedimentos e técnicas que podem ser utilizados para executar uma tarefa com sucesso. Envolve saber quais estratégias são mais eficazes para cada situação de aprendizagem, e quando ou como usá-las.

Já o segundo componente da metacognição, intitulado Controle executivo, refere-se à capacidade de regular ativamente o próprio processo de aprendizagem, atuando de forma consciente durante a realização de tarefas cognitivas. Rosa (2014) o organiza em três funções principais:

- Planificação: Etapa inicial em que o sujeito elabora um plano de ação, seleciona estratégias, define metas e antecipa dificuldades. É quando se decide, por exemplo, como abordar uma leitura ou como dividir uma tarefa em etapas.
- Monitoração: Refere-se ao acompanhamento em tempo real da execução da tarefa. O aprendiz verifica se está compreendendo o conteúdo, se as estratégias escolhidas estão funcionando e se os objetivos estão sendo alcançados. É um processo dinâmico de ajuste contínuo.
- Avaliação: Trata-se da reflexão posterior sobre a tarefa, analisando o que foi bem-sucedido, o que poderia ser melhorado e se os objetivos foram atingidos. Envolve revisar resultados, analisar erros e replanejar futuras ações.

Essa organização é fundamental para a construção de instrumentos pedagógicos que incentivem o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem.

O Quadro 4 apresenta uma série de exemplos de perguntas metacognitivas que podem ser utilizadas por professores para elaborar um guia metacognitivo voltado ao acompanhamento e desenvolvimento da aprendizagem dos alunos. Essas perguntas estão organizadas com base em dois grandes componentes da metacognição: o conhecimento sobre o conhecimento (que abrange aspectos relacionados à pessoa, à tarefa e às estratégias) e o controle executivo e autorregulador (composto pelas fases de planificação, monitoração e avaliação). O objetivo dessas perguntas é estimular os estudantes a refletirem sobre seus processos de aprendizagem, suas estratégias cognitivas, e sua capacidade de

autorregular o próprio desempenho, promovendo, assim, uma aprendizagem mais consciente, crítica e eficaz.

Quadro 4 – Exemplos de perguntas para compor o guia metacognitivo elaborado pelo professor

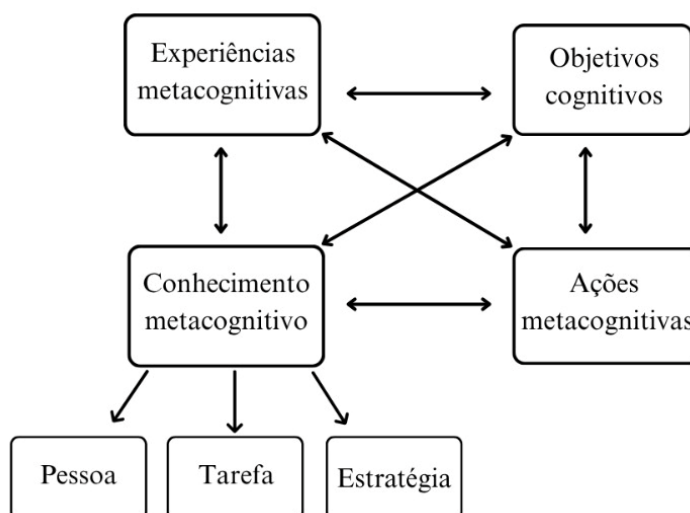
	Elementos Metacognitivos	Perguntas metacognitivas
Conhecimento sobre o Conhecimento	Pessoa	Identifica este assunto com outro já estudado? O que está sendo estudado? Qual o sentimento em relação a este conhecimento? Compreendeu a atividade? Entendeu o enunciado? Está interessado em realizar a atividade proposta? Apresenta conhecimento sobre o assunto? Encontra-se em condições de realizar a atividade? Apresenta limitações neste tema? Consegue buscar alternativas para sanar possíveis deficiências neste conhecimento?
	Tarefa	Entendeu a tarefa? Que tipo de tarefa é esta? Identifica-a com outra já realizada? Julga ter facilidade ou dificuldade em realizar tarefas como a proposta? Está de acordo com seus conhecimentos? Identifica o que é preciso para resolvê-la?
	Estratégia	Conhece estratégias para resolver este tipo de problema? Tem facilidade com este tipo de estratégia? Qual a mais indicada? Há outras possibilidades de realização da tarefa? Dispõe do que precisa para executar a tarefa?
Controle Executivo e Autorregulador	Planificação	O que entendeu sobre a atividade proposta? Identifica por onde deve iniciar? Como resolver a tarefa proposta? Como organizar as informações apresentadas na atividade? Consegue visualizar o procedimento em relação ao fim almejado?
	Monitoração	Compreende bem o que está fazendo? Qual o sentido do que está realizando? Qual o objetivo desta atividade? A estratégia que utiliza é adequada? Tem domínio do que está executando? Há necessidade de retomar algo? O planejado está funcionando? Como procedeu até aqui? Por que está estudando este assunto? Por que está realizando a atividade proposta? Continuando desta forma, vai atingir os objetivos desta atividade?

	Avaliação	Consegue descrever o que realizou e como realizou? Qual era o objetivo proposto inicialmente? Houve necessidade de rever algo durante a realização da atividade? Qual o resultado da atividade? Tem consciência do conhecimento adquirido com a realização da atividade? Os resultados encontrados foram os esperados?
--	-----------	--

Fonte: Rosa (2014)

Rosa (2014) defende que, para ativar o pensamento de cunho metacognitivo, faz-se necessário um “desafio”, algo que atue como estímulo à evocação desse tipo de conhecimento. Frente a esse entendimento com base em Flavell (1979) apresenta um modelo de monitoração cognitiva que possibilita entender de forma mais geral que a regulação do pensamento metacognitivo ou a evocação do pensamento metacognitivo ocorre pela ação e interação de quatro aspectos: conhecimento metacognitivo, experiências metacognitivas, objetivos cognitivos e ações cognitivas.

Figura 4 – Modelo de funcionamento da metacognição



Fonte: Rosa (2014)

Rosa (2014) propõe um modelo de funcionamento da metacognição que evidencia a interação entre experiências metacognitivas, conhecimento metacognitivo, objetivos cognitivos e ações cognitivas. Nesse esquema, o conhecimento metacognitivo, composto pelos elementos pessoa, tarefa e estratégia, articula-se com as experiências anteriores e com as metas cognitivas, orientando e

ajustando as ações do indivíduo ao longo do processo de aprendizagem. A inter-relação entre esses componentes ressalta o caráter dinâmico e adaptativo da metacognição, elemento fundamental para a autorregulação eficaz da aprendizagem. A representação permite compreender as dimensões da metacognição e seus conceitos interligados. Nesta discussão, a expressão “reflexão metacognitiva” conecta o conhecimento, as habilidades e as experiências metacognitivas, mostrando que a metacognição se retroalimenta conforme o sujeito adquire conhecimento a partir dessas práticas.

O conceito de metacognição pode ser compreendido como um sistema integralizado por conhecimento metacognitivo, a habilidade metacognitiva e a experiência metacognitiva de forma reflexiva para atingir a compreensão das relações e dos processos estabelecidos pela cognição de ordem superior (Corrêa, 2020, p. 129).

O excerto apresenta a metacognição como um sistema integrado que envolve conhecimento, habilidades e experiências reflexivas sobre a própria aprendizagem. Segundo Corrêa (2020), ela está relacionada a processos de cognição superior, como planejamento, monitoramento e autorregulação, sendo fundamental para a construção de aprendizagens significativas e para o desenvolvimento da autonomia intelectual.

A partir da década de 1980, com as contribuições de Anastasia Efklides, identificou-se que essas experiências não se restringem apenas a emoções, mas também envolvem julgamentos, reações e percepções ocorridas no decorrer de tarefas cognitivas, especialmente durante a resolução de problemas complexos, nos quais o aprendiz precisa selecionar informações relevantes para alcançar a solução (Efklides, 2014).

2.4.4 Habilidades Metacognitivas e sua Importância para a Educação

É descrito na literatura que o conhecimento dos processos metacognitivos pode favorecer a aprendizagem, através da instrução apropriada (Veemman; Van Hout-Wolters; Afflerbach, 2006; Lai, 2011; Hattie, 2012), porém segundo alguns autores, associação direta ainda carece de discussões e aprofundamentos em situações reais de ensino (Rosa; Meneses Villagrà, 2018). Além disso, a avaliação da metacognição é desafiadora por várias razões: a metacognição é uma construção complexa; não é

diretamente observável; pode ser confundida tanto com habilidade verbal quanto com capacidade de memória de trabalho; e as medidas existentes tendem a ser estreitas em foco e descontextualizadas da aprendizagem na escola (Lai, 2011).

Veiga et al. (2018) descrevem que a utilização da metacognição como tecnologia educacional simbólica “pode vir a ser uma estratégia eficiente de desenvolvimento dos alunos para o ensino de ciências” (Veiga et al., 2018, p. 2). Esse ponto de vista rompe com modelos tradicionais de ensino que privilegiam a memorização mecânica e propõe uma prática pedagógica que estimule o aluno a pensar sobre seu próprio processo de aprender. Brabo (2018) destaca que as primeiras investigações demonstraram correlação entre habilidades metacognitivas bem desenvolvidas e o bom desempenho acadêmico, evidenciando que bons estudantes monitoravam e regulavam seus processos de aprendizagem de forma mais eficaz.

Nesse sentido, a metacognição não apenas orienta o estudante a identificar seus próprios limites e potencialidades, mas também possibilita o uso de estratégias que qualificam a aprendizagem e promovem maior engajamento na construção do conhecimento. As estratégias de aprendizagem podem ser entendidas como “comportamentos e pensamentos que o sujeito pode utilizar no decurso da aprendizagem e que influenciam a forma como processa a informação, através da ativação, controle e regulação dos processos cognitivos” (Figueira, 2006, p. 7). Assim, ao integrarem cognição e metacognição, essas estratégias exigem que os estudantes não apenas apliquem técnicas isoladas, mas que também planejem, monitorem e avaliem conscientemente o próprio processo de aprender, tornando-o mais significativo e autorregulado.

As estratégias de aprendizagem, ao integrarem cognição e metacognição, exigem que os estudantes não apenas utilizem técnicas como esquemas ou destaques, mas que também planejem, monitorem e avaliem conscientemente o próprio processo de aprender.

Independente da definição, percebe-se que as estratégias de aprendizagem realçam, em maior ou menor grau, a presença da cognição e da metacognição, possibilitando sua classificação em, no mínimo, dois tipos: estratégias de aprendizagem cognitivas, voltadas a ajudar o estudante a se organizar (elaborar tópicos, sublinhar, estabelecer redes de conceitos etc.), e as estratégias de aprendizagem metacognitivas, envolvendo o planejamento, a monitoração e a regulação do próprio pensamento (Rosa, 2011, p. 81).

Nessa mesma direção, Monereo et al. (1994, p. 27) as concebem como “processos decisórios (conscientes e intencionais) nos quais o aluno escolhe e recupera, de forma coordenada, o conhecimento necessário para completar uma demanda determinada ou objetivo, dependendo das características da situação educacional em que a ação ocorre”. Assim, ao integrarem cognição e metacognição, as estratégias de aprendizagem exigem que os estudantes não apenas utilizem técnicas como esquemas ou destaques, mas que também planejem, monitorem e avaliem conscientemente o próprio processo de aprender, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e autorregulada.

Enfatizando a área deste estudo, a Química, disciplina marcada por elevado grau de abstração e complexidade conceitual (Mortimer; Machado; Romanelli, 2000), considera-se que o aprimoramento dos processos metacognitivos constitui uma ferramenta fundamental para potencializar a aprendizagem (Rosa, 2014). Esse campo do conhecimento exige dos estudantes o desenvolvimento de habilidades de raciocínio abstrato, resolução de problemas e tomada de decisões baseadas em diferentes modelos representacionais, macroscópico, microscópico e simbólico, conforme proposto por Johnstone (1993). Nesse cenário, as habilidades metacognitivas, como o planejamento, o monitoramento e a avaliação das estratégias cognitivas, revelam-se essenciais para que os alunos não apenas compreendam, mas também sejam capazes de aplicar o conhecimento químico de maneira autônoma, crítica e reflexiva (Rosa, 2014).

Sintetizando, a metacognição pode ser concebida como uma categoria multifacetada, situada na confluência entre diferentes tradições teóricas, mas que converge na ideia de que aprender envolve não apenas o domínio de processos cognitivos, mas também a reflexão crítica, a regulação e a tomada de consciência sobre eles.

2.4.5 Metacognição e Formação de Professores

No campo da formação de professores de Ciências, o enfoque metacognitivo merece destaque, pois permite ao futuro docente refletir criticamente sobre sua prática pedagógica, compreender como aprende e ensina, e tomar decisões didáticas mais conscientes e fundamentadas (Rosa, 2014; Rosa et al., 2020).

A formação de professores de Ciências da Natureza é um campo de estudo que tem investigado diversos temas, incluindo a postura questionadora e reflexiva adotada por professores em serviço ou em formação. Reflexões com características metacognitivas geram uma “relação entre a consciência e o controle das ações, em um processo de retroalimentação que leva o sujeito a pensar sobre o que sabe (e, alternativamente, sobre o que não sabe), bem como possibilita o controle sobre suas ações” (Rosa et al., 2020, p. 704-705).

A formação dos professores de ciências em geral enfrenta vários desafios, destacando-se a importância de que os futuros educadores construam seus conhecimentos e habilidades a partir das experiências práticas. É essencial que eles integrem seus saberes teóricos, tanto da área específica do currículo quanto dos conhecimentos didático-pedagógicos, para compreender o ensino como um fenômeno social e desenvolver sua identidade profissional.

Estudos vêm evidenciando que a metacognição constitui um elemento central para responder às múltiplas demandas que caracterizam a educação científica contemporânea. Entre essas demandas, destacam-se o desenvolvimento do letramento científico, a compreensão da natureza da investigação científica, bem como dos conceitos e da própria ciência. Nesse sentido, para que os estudantes possam conduzir uma investigação científica, é necessário que desenvolvam competências que lhes permitam executar de forma consciente procedimentos específicos, tanto de ordem física quanto cognitiva. Além disso, precisam monitorar suas ações em relação aos objetivos estabelecidos, avaliar continuamente seus progressos e refletir criticamente sobre os resultados obtidos, com vistas ao aprimoramento de suas práticas. Esse exercício de monitoramento e reflexão configura-se como a essência do pensamento metacognitivo individual (Thomas, 2012).

Brabo (2018) destaca a relevância da metacognição no ensino e na formação de professores de Ciências e Matemática, apontando que o desenvolvimento de habilidades metacognitivas potencializa a aprendizagem científica e sugere caminhos para práticas pedagógicas mais reflexivas e eficazes. Neste contexto, as intervenções que incorporam estratégias metacognitivas mostram-se eficazes para promover a aprendizagem em Ciências, sobretudo quando aplicadas de forma contínua e sistemática no cotidiano escolar (Thomas; Mee, 2005; Thomas, 2013).

Portilho et al. (2016) desenvolveram uma pesquisa em um Centro Municipal de Educação Infantil de Curitiba/Paraná, com foco na formação continuada de 32

professores, fundamentada em uma metodologia metacognitiva e orientada pela fenomenologia. No relato da pesquisa, evidencia-se que a metodologia metacognitiva, aplicada na formação continuada, criou um espaço dentro da própria instituição para que os professores pudessem dialogar, escutar, discutir e aprender coletivamente com seus pares. Além disso, possibilitou que os participantes refletissem sobre si mesmos, suas práticas pedagógicas e a forma como se posicionam no contexto educacional em que atuam, promovendo momentos de autorreflexão e de ressignificação profissional.

Recentemente, foram analisadas as manifestações dos licenciandos em relação ao planejamento de aulas, à execução de atividades experimentais de alta abertura e às reflexões realizadas por meio da autoscopia de microensinos, apoiadas em um questionário e em uma entrevista. Tais práticas configuraram-se como experiências metacognitivas que possibilitaram a identificação de termos centrais associados ao processo reflexivo dos futuros docentes (Jacob; Barbosa; Broietti, 2025).

Neste estudo, recorreu-se à análise textual discursiva e ao mapeamento das experiências metacognitivas, que evidenciaram manifestações relacionadas às categorias de sentimentos, sujeitos, contextos, especificidades da tarefa, estimativas e juízos de memórias. Verificou-se que essas experiências mobilizaram habilidades metacognitivas ancoradas no conhecimento prévio dos licenciandos sobre a docência, e que a autoscopia favoreceu uma reorganização das ideias, permitindo novas inferências sobre a prática (Jacob; Barbosa; Broietti, 2025). Esses resultados confirmam a relevância da reflexão metacognitiva para o desenvolvimento profissional de futuros professores de Química.

Destacamos que Rosa e Meneses Villagrà (2018), ao revisarem pesquisas voltadas à metacognição no ensino de Física, evidenciam que intervenções pedagógicas focadas no desenvolvimento metacognitivo contribuem significativamente para a melhoria do desempenho acadêmico, bem como para a formação de sujeitos mais críticos e autônomos. Portanto, discutir o conceito de metacognição e proporcionar experiências metacognitivas na formação dos professores é essencial para compreender como os licenciandos podem ser conduzidos a assumir um papel ativo em sua aprendizagem, tornando-se conscientes não apenas do que aprendem, mas de como aprendem e como irão ensinar.

Souza e Mascarenhas (2023) apontam que a metacognição constitui um eixo essencial na formação docente, por favorecer o desenvolvimento da autonomia, da autorregulação e da reflexão crítica sobre o próprio processo de aprender e ensinar. Os autores destacam que o conceito de metacognição deve ser compreendido em uma dimensão ampla, articulando o ensinar para aprender a aprender e o aprender a aprender para aprender a ensinar, perspectivas que se complementam na constituição da identidade profissional docente.

Os autores supracitados evidenciam que investir em práticas pedagógicas que mobilizem a metacognição é uma estratégia que transcende a dimensão técnica do ensino, assumindo caráter formativo e transformador. Dessa forma, reforçam que a metacognição não deve ser vista como recurso acessório, mas como parte integrante da formação inicial e continuada de professores, uma vez que possibilita ao docente refletir sobre sua aprendizagem e, conseqüentemente, aprimorar sua prática pedagógica.

A partir de uma revisão sistemática recente da literatura sobre metacognição e formação de professores, Souza e Mascarenhas (2023) evidenciam que a metacognição constitui um eixo estruturante para a formação docente, por favorecer a autorregulação da aprendizagem, a reflexão crítica sobre o próprio processo de aprender e ensinar e a construção de práticas pedagógicas mais conscientes e intencionais. Tal perspectiva amplia a compreensão da docência para além da transmissão de conteúdos, reforçando a importância de formar professores capazes de mobilizar estratégias metacognitivas em sua prática, condição indispensável para o desenvolvimento da autonomia e da profissionalidade docente.

No Brasil, pesquisas recentes demonstram que a metacognição tem ocupado espaço crescente no ensino de ciências, em especial pela sua relação com o desenvolvimento da autorregulação da aprendizagem, do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes (Biazus, 2021).

O mapeamento realizado por Maraglia et al. (2016) permitiu identificar que a produção científica acerca da metacognição na formação de professores no país ainda é incipiente, concentrando-se majoritariamente na formação inicial de licenciandos em Ciências, Matemática e Pedagogia. Observou-se, ainda, a escassez de trabalhos que abordem a formação continuada, o que evidencia a necessidade de fomentar pesquisas nessa linha, dada sua relevância para o desenvolvimento profissional docente. Tais resultados, embora preliminares e condicionados aos

critérios de busca adotados, desvelam um campo de investigação promissor que exige maior atenção por parte da comunidade acadêmica.

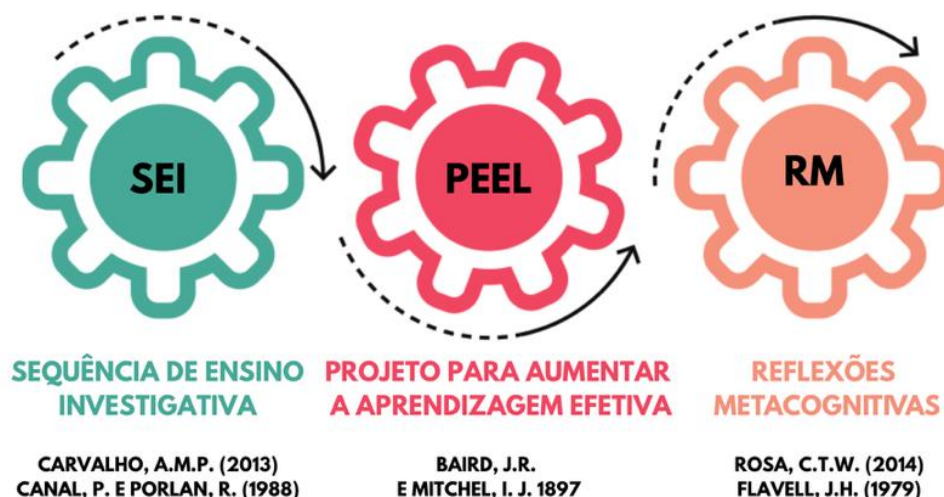
O estudo de Suart (2016) analisou o Processo de Reflexão Orientada (PRO), uma proposta formativa que busca favorecer o desenvolvimento profissional de futuros professores de Química por meio da reflexão sistemática e mediada sobre a prática docente. A pesquisa teve ênfase na formação inicial de professores de Química, evidenciando seu potencial para integrar o ensino por investigação e a alfabetização científica, levando-se em consideração a exigência cognitiva.

Nesse processo, o licenciando é orientado por um professor mais experiente ou pesquisador, com quem discute, analisa e reconstrói suas concepções sobre ensino, aprendizagem, metodologias e práticas educativas. O PRO cria um espaço de diálogo no qual o futuro professor confronta suas teorias pessoais, identifica dificuldades, reformula estratégias e desenvolve uma postura crítica e investigativa diante da própria atuação. Em síntese, o PRO, conforme Suart (2016), promove a articulação entre teoria e prática, incentivando a autonomia e a reflexão metacognitiva dos licenciandos, de modo a fortalecer sua capacidade de planejar, aplicar e avaliar ações pedagógicas com base em referenciais científicos e investigativos.

Para sustentar essa pesquisa, também nos fundamentamos nas contribuições do projeto australiano intitulado PEEL, Project for Enhancing Effective Learning, em português traduzimos para Projeto para Aprimorar ou Aumentar a Aprendizagem Efetiva, que buscou desenvolver a aprendizagem (Baird e Mitchel, 1987). Os autores discutem a relação entre os níveis de abertura das atividades e o desenvolvimento da autoavaliação e da compreensão discente, evidenciando como o grau de protagonismo do aluno influencia diretamente nos processos metacognitivos envolvidos na aprendizagem.

Para essa pesquisa, adotou-se como estratégia a utilização das Sequências de Ensino Investigativas, por se caracterizarem como propostas que iniciam a aprendizagem a partir de situações-problema, estimulando a formulação de hipóteses, a experimentação, a análise e a argumentação. Esse processo culmina na sistematização conceitual mediada pelo professor e configura-se como um ciclo contínuo e reflexivo que favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual e de habilidades metacognitivas nos licenciandos (Carvalho, 2013; Munford; Lima, 2007; Suart; Marcondes, 2009).

Figura 5 – PEEL como referência para articulação entre o Ensino Investigativo e a Metacognição



Fonte: Autoria própria (2025)

A figura representa a articulação entre o Ensino Investigativo e a Metacognição, mediada pelo projeto PEEL (Project for Enhancing Effective Learning). Nela, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) promove situações de aprendizagem ativa que se conectam ao PEEL, o qual, por sua vez, potencializa Reflexões Metacognitivas (RM) sobre o próprio processo de aprender e ensinar.

O capítulo a seguir apresenta uma síntese do projeto australiano, um referencial ainda pouco explorado em estudos e pesquisas sobre o tema. Deste modo, é necessário atentar para a reflexão sobre a própria ação docente, pois ela constitui o caminho mais promissor para que os professores possam regular suas estratégias de ensino de maneira eficiente e eficaz.

2.5 O Projeto de Aprendizagem Efetiva e Aprimorada (PEEL): contribuições para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas

O PEEL foi um projeto de pesquisa desenvolvido em uma escola de ensino médio da classe trabalhadora em Melbourne, Austrália, com o objetivo de investigar e aprimorar as práticas pedagógicas em sala de aula. A sigla PEEL será muito utilizada nesse trabalho. Ela significa Project for Enhancing Effective Learning, que em português iremos traduzir como "Projeto para Aprimorar a Aprendizagem Eficaz".

O livro de Baird e Mitchell, "Improving the Quality of Teaching and Learning: The PEEL Project", publicado em 1987, descreve minuciosamente um estudo de pesquisa-ação baseado em sala de aula. Esse estudo envolveu 64 alunos da 9ª e 11ª séries, seus professores e o pesquisador. O estudo foi direcionado para melhorar a responsabilidade dos alunos e o controle da aprendizagem por meio de atividades que os autores chamam de metacognição aprimorada. As atividades foram realizadas para três aspectos de metacognição: conhecimento, consciência e controle.

Como já mencionado acima, os dois componentes metacognitivos descritos por Flavell (1979) consistem em conhecimento e regulação. Baird e Mitchell (1987) ampliam o termo "regulação" de Flavell (1979) para "consciência e controle", enfatizando a busca pela consciência metacognitiva para alunos e professores.

Baird e Mitchell (1987) descrevem que a aprendizagem está intrinsecamente associada ao modo de ensino, levando em consideração o que chamaram de "habilidades do aprendiz". Levam os leitores a reflexão com a velha pergunta difícil de responder: O que é aprendizagem e como ela ocorre? O processo pelo qual uma escola irá promover, desenvolver, habilitar e possibilitar essa consciência ao aprender permanece desconhecido e precisava ser objeto de estudos acadêmicos.

Os autores também nos levam a reflexões sobre o que de fato é conhecido sobre o processo de aprendizagem e como ele ocorre. Como podemos distinguir o bom do mau aprendizado e como eles podem ser trabalhados. Os pesquisadores apontam que o chamamos de um bom ensino necessariamente não resulta em boa aprendizagem. Deste modo, os resultados do PEEL, em conjunto com os demais referenciais da área, podem contribuir para reflexões e pesquisas acadêmicas na busca pela consciência metacognitiva.

O PEEL foi realizado por um grupo de professores e acadêmicos que compartilhavam preocupações sobre a prevalência da aprendizagem passiva,

irrefletida e dependente do aluno, mesmo em aulas aparentemente bem-sucedidas. Os autores Baird e Mitchell (1987) descreveram assim os quatro objetivos principais para o projeto. O primeiro aponta que para promover a aprendizagem independente e eficaz, deve-se exercer um treinamento para metacognição. O segundo a importância de mudar as atitudes e comportamentos dos professores para que eles possam promover a aprendizagem almejada. O terceiro realizar a pesquisa buscando compreender os processos de mudança do professor e do aluno à medida em que os participantes se envolviam nas atividades da pesquisa-ação. Finalmente, o quarto seria identificar os fatores que influenciam a implementação bem-sucedida de um programa cujo objetivo foi melhorar a qualidade da aprendizagem dos alunos.

Baird e Mitchell (1987) através de suas pesquisas propuseram cinco afirmações sobre a aprendizagem:

1. Aprender é uma decisão feita pelo aluno. Esta decisão é influenciada pelas experiências anteriores vividas e podem ser conscientes ou inconscientes.
2. Uma aprendizagem inadequada é consequência de uma tomada de decisão inadequada. Relatam que a baixa aprendizagem é conflitante, pois não está associada apenas com que os autores chamaram de uma habilidade intelectual limitada. Os autores descreveram que a aprendizagem incipiente também está relacionada com maus hábitos durante aprender e não apenas com limitações cognitivas. O quadro apresenta os sete hábitos que levam a uma aprendizagem inadequada segundo os autores.

Quadro 5 – Os sete hábitos propostos pelos autores que levam a uma aprendizagem inadequada

Hábitos	Comportamento característico
1. Atenção Impulsiva	Utilizar apenas uma parte da informação enquanto a outra é ignorada.
2. Atenção Superficial	Ignorar determinadas informações sem fazer esforço algum para compreendê-las.
3. Aplicação Inapropriada	Aplicar conteúdos lembrados no lugar de dar resposta correta.
4. Monitoramento Inadequado	O aluno “trava” em uma determinada atividade em que ele é incapaz de “destravar” sem ajuda.
5. Síntese Prematura	Não checar para ter certeza se o trabalho está completo ou incorreto.
6. Reestruturação Efetiva	Reconhecimento do erro, causado por concepções alternativas. Apesar de compreender a ideia, sempre retornar ao erro original.

7. Falta de Pensamento Reflexivo	Falta de conexão entre os diferentes tipos de aprendizado. A informação é obtida, porém fica desconexa com os saberes pré-existentes.
----------------------------------	---

Adaptado de: Baird e Mitchell (1987), tradução nossa

3. Os estudantes são incapazes de reconhecer seus problemas de aprendizagem. Esta falta de consciência gera atitudes ruins. Os alunos não são capazes de avaliar com precisão sua compreensão sobre um determinado assunto e isso leva a dois tipos de atitudes improdutivas. A primeira é complacência e nela o aluno acredita que está tudo certo. A segunda é inadequação, ou seja, a crença na incapacidade de lidar com determinada atividade.

4. É desgastante aprender com incompreensão ou desaprender uma concepção alternativa. Quando o aluno passa a assumir responsabilidade pelo seu aprendizado ele tem que investir tempo e esforço para perder seus maus hábitos de aprendizagem ou desconstruir suas concepções alternativas.

5. Aumentar a consciência sobre a natureza e processo de aprendizagem leva a um aumento de atitudes e métodos. Em primeiro momento, os alunos têm que ter a tomada de consciência de como eles aprendem, saber como eles podem melhorar e saber como eles podem exercitar um real controle sobre sua aprendizagem. Porém, atentaram-se que um curto período não é suficiente para mudar os hábitos formados ao longo dos anos, onde os maus hábitos infelizmente continuarão a limitar a performance. Segundo os autores...

Nossos estudos mostraram que o padrão de aprendizagem do aluno não é simplesmente construído pela sua capacidade intelectual. Ele pode ser determinado pela adoção de padrões particulares de comportamento de aprendizagem (Baird; Mitchell, 1987, p.10, tradução nossa).

Para os autores do PEEL, metacognição significa essencialmente aprender sobre aprender. Ao ensinar devemos levar em consideração que alguns estudantes são mais visuais, enquanto outros são mais auditivos, alguns fazem resumos, enquanto outros preferem leitura. Reiterando, Baird e Mitchell (1987) descrevem como metacognição o conhecimento, monitoração e controle da própria aprendizagem e que para melhorar a aprendizagem o aluno deve saber o que aprender, como aprender, como monitorar e como controlar essa aprendizagem.

De maneira geral, classificam os alunos como passivos e dependentes. Culturalmente eles foram educados assim, de modo que o conteúdo é passado de geração para geração. Desta maneira, os autores descrevem algumas questões que normalmente não são perguntadas pelos estudantes (Baird; Mitchell, 1987) e que também podem não ser bem aceitas pelos seus professores. Os autores listam alguns exemplos: O que nós estamos fazendo? Por que nós estamos fazendo isso? O que isso tem a ver com a aula passada? Eu tenho que mudar algum ponto de vista? Como explicar isso? Como vou saber se eu terminei? Podemos fazer de outro jeito? Para que eu vou usar isso?

Tais questionamentos, refletem o movimento metacognitivo descrito por Rosa (2014), no qual o estudante monitora e regula seu próprio pensamento durante a aprendizagem, tornando-se consciente dos objetivos, estratégias e justificativas do próprio processo de construção do conhecimento.

Alunos e professores precisam romper com determinadas tradições e costumes, compreendendo que não se trata de falta de respeito quando o estudante se sente encorajado a questionar o professor sobre determinadas condutas. Por sua vez, o professor deve mudar seu comportamento e ser flexível, levando em consideração o ponto de vista e contribuições do aluno. O professor dificilmente quer mudar sua filosofia e seus objetivos no decorrer da aula. Assim, professores e alunos devem colaborar uns com os outros para melhorar a aprendizagem de ambos.

Através dos estudos propostos pelos autores destacamos aqui quatro instrumentos utilizados de forma integrada como propostas de instrumentos que podem contribuir para os estudos sobre metacognição: um guia de mensuração do papel do professor e do aluno na atividade didática; uma ficha de questões para incentivar a consciência cognitiva dos alunos; um sistema de quatro níveis de autoavaliação de comportamento de aprendizagem e um instrumento de categorização de níveis de compreensão.

Para mensurar o papel do professor e aluno com relação ao modelo de aula, (Baird; Mitchell, 1987) propuseram quatro categorias apresentadas no Quadro 6.

Quadro 6 – As quatro categorias tipos de aulas que respeitam o papel ativo do aluno. Considere: Ativa (A); Informação (I); Gerenciamento (G)

Aula	A	I	G	Comportamento característico
1. Receptividade Passiva (RP) 	✗	✗	✗	A responsabilidade do controle da aula é totalmente do professor. O trabalho do aluno é limitado e passivo, apenas seguindo regras e dando respostas superficiais, como por exemplo transcrições. Os estudantes não compreendem totalmente a natureza da aula, seu propósito e sua evolução.
2. Resposta relativamente uniforme (RU) 	✓	✗	✗	Os estudantes participam ativamente, porém na maioria das vezes guiados por orientação do professor para tarefas definidas. Na verdade, o professor assume o controle da aula. Os estudantes não compreendem totalmente a natureza da aula, seu propósito e sua evolução. O tempo é insuficiente. Os alunos não têm coragem ou tem uma inclinação de perguntar e ganhar respostas prontas das questões, preocupados com a nota avaliativa. Algumas perguntas ou respostas dos alunos são valorizadas, mais que outras pelo professor.
3. Participação informada (PI) 	✓	✓	✗	Os estudantes participam ativamente de acordo com as direções do professor. O professor assume a responsabilidade da natureza e controle da aula, bem como seu desenvolvimento. Os alunos perguntam apenas sobre questões avaliativas (propostas) mas não são conscientes delas, ou não estão ativamente engajados para encontrar suas respostas. Todas as contribuições são feitas pelo próprio professor e apenas se possível (determinado por ele) discutidas pelos demais alunos da classe.
4. Colaboração informada (CI) 	✓	✓	✓	Os estudantes colaboram ativamente com o professor e compartilham responsabilidade e controle sobre a natureza, progresso e evolução da aula. Os estudantes perguntam e refletem sobre suas respostas. Todas as contribuições e questões dos alunos são consideradas pelo professor e discutidas junto aos demais alunos da classe.

Adaptado de: Baird e Mitchell (1987), tradução nossa

Segundo os autores, a categoria quatro seria ideal, porém não podemos ter expectativas de implementá-la em todas as aulas. Por outro lado, a categoria três possui uma expectativa razoável, e apesar de não prover o gerenciamento dos

estudantes tem indícios de promover um aumento das reflexões metacognitivas dos mesmos.

No decorrer do estudo e da implementação do PEEL, os autores observaram que os professores mudaram o seu comportamento, aumentando a quantidade de aulas dentro da categoria três em detrimento a categoria um. As mudanças no comportamento dos professores são necessárias para desenvolver nos estudantes responsabilidade e autocontrole. Porém, os professores precisam de tempo para adotá-las e integrá-las ao seu estilo pessoal (Baird; Mitchell, 1987).

Os autores também concluíram em suas pesquisas que, quando é dado um guia apropriado e oportunidades, os professores e estudantes podem mudar suas atitudes, seu comportamento e seu modo de aprender. Porém, existem outros fatores que podem limitar este desenvolvimento. Segundo eles é preciso tempo para que ocorra essas mudanças, talvez anos. É necessário treinar e formar professores para estarem preparados para que ocorram as mudanças e atitudes de todos em sala de aula. Apenas a mudança de comportamento dos professores e alunos fomenta a possibilidade de avanços metacognitivos e novos estudos sobre metacognição (Baird; Mitchell, 1987).

No PEEL os professores apresentavam no final dos conteúdos trabalhados uma ficha com questões (Quadro 7). O objetivo das questões era aumentar a consciência cognitiva dos alunos no decorrer das aulas, e não apenas uma autoavaliação. Todos os professores das diferentes disciplinas adaptavam seus conteúdos, avaliavam e refletiam como eles e seus alunos estavam tendo melhoras, ou não, nos comportamentos de aprendizagem.

Quadro 7 – Categorias utilizadas no PEEL para a auto checagem da aprendizagem

Categorias	Exemplos
A. Conteúdo e Contexto	A informação é sobre o que? Qual é o conteúdo? Como a informação está relacionada com os outros conteúdos?
B. Detalhamento	Eu tenho que ler a informação na íntegra e atenciosamente? Quais são as partes mais importantes? Como as partes se relacionam? Isso faz sentido? O que eu tenho que lembrar ou pesquisar para isso fazer sentido?
C. Pergunta	Qual foi a pergunta? O que eu tenho que fazer? Escrever? Por que eu estou fazendo isso? O que farei com o resultado?
D. Progresso e término	Ainda está claro o que eu estou fazendo? Eu estou indo bem? Eu respondi à questão de acordo com o que foi perguntado? Tem mais alguma coisa que eu preciso fazer?

E. Mudança e Visão	O que eu sei sobre o tópico? Como essa nova informação está associada com meu conhecimento? Como esse novo conhecimento afeta as outras coisas que eu já sei?
F. Aumentando a compreensão	Eu posso aumentar ou tornar mais completa minha compreensão com questões? E se...? Como assim...? Porque...? Como ...? E se...?
G. Revisando o aprendizado	Eu entendi tudo sobre isso? Quão bem? Quais partes eu não entendi? O que eu posso fazer sobre isso? Qual uso eu vou fazer com esse novo conhecimento?
H. Aprendizagem Independente	Em qual nível me encontro. Classificação realizada através das reflexões propostas que visam responder: Eu estou agora no controle da minha própria aprendizagem? Quão ativo foi meu aprendizado? O professor me permitiu realizar o controle?

Adaptado de: Baird e Mitchell (1987), tradução nossa

Nas oito categorias apresentadas no quadro 7, os alunos tinham que responder se eles se fizeram alguma das questões e se tiveram alguma resposta para esse questionamento. Os pesquisadores introduziram um sistema de quatro níveis para avaliar o comportamento de aprendizagem (item H, Quadro 7). Questões como: O que eu estou fazendo? Por que eu estou fazendo isso? O que eu já sei sobre o que nós estamos fazendo? O que farei depois? O que eu tenho que aprender? O que ainda me intriga? Um sistema de rubricas foi utilizado para autoavaliação da sua aprendizagem, visando a classificação do nível de aprendizagem independente.

Quadro 8 – O Sistema de quatro níveis para autoavaliar o Comportamento de Aprendizagem

Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Eu não tive que pensar muito duro.	Eu tentei seguir o que foi falado para mim.	Eu trabalhei pesado para fazer o que o professor disse.	Eu senti que podia dizer sobre o que fizemos e como fizemos.
Eu principalmente pensei como uma cópia ou escuta.	Eu tentei responder as questões que o professor perguntou.	Eu propus várias questões reflexivas e fui capaz sozinho de responder à maioria delas.	Eu fiz várias questões reflexivas e fui capaz de responder a grande maioria delas.
Eu não propus como questões reflexivas.	Eu não fiz muitas questões reflexivas. Ou se eu fiz uma questão, eu não fui capaz de	Eu sabia o que e porque estava acontecendo aquilo.	Eu sabia o que eu estava fazendo e o porquê.

	encontrar a resposta.		
Eu realmente não entendi o que estava acontecendo o que eu estava fazendo.	Eu realmente não entendi o que estava acontecendo o que eu estava fazendo.	As coisas que eu disse na classe foram consideradas inúteis pelos demais.	O que eu fiz na classe foi considerado útil pelos demais.

Adaptado de: Baird e Mitchell (1987), tradução nossa

O Quadro 9 incorpora o que os autores denominaram de níveis de compreensão. Foi aplicado após os estudantes realizarem uma determinada tarefa para verificar se esta resultaria em um benefício real na aprendizagem. Os resultados mostraram que tais reflexões dos alunos implicaram em uma melhora parcial na atitude ao aprender (Baird; Mitchell, 1987).

Quadro 9 – Os níveis para mensurar as atividades propostas

Níveis de compreensão	Comportamento característico
1. Compreensão baixa.	Eu me senti muito confuso. Quase nada fez sentido. Eu não consegui responder minhas questões sobre isto.
2. Compreensão mecânica.	Até fez algum sentido, mas não foi fácil. Eu pensei que eu poderia responder a maior parte das questões, porém respondi apenas se as questões eram semelhantes as notas, anotações ou pesquisa. Eu não serei capaz de fazer nenhuma alteração fora da classe. Eu acho que vai ser muito difícil explicar para meus colegas.
3. Compreensão parcial.	Algumas partes fizeram algum sentido. Eu penso que eu posso responder as questões dessas partes, mas não da outra parte. Eu não vejo como as partes se associam.
4. Compreensão real	Parece ter sentido e ser óbvio.

	Eu acho que eu posso explicar para outras pessoas. Eu acho que eu posso e devo usar isso fora desta aula.
--	--

Adaptado de: Baird e Mitchell (1987), tradução nossa

Os quadros que apresentamos foram elaborados a partir dos estudos do projeto PEEL (Baird; Mitchell, 1987). A transformação das aulas tradicionais para aulas ativas envolve mudanças no conhecimento metacognitivo, consciência e controle dos alunos, o que demanda tempo e mudança e intenção para mudança de hábitos. É necessário refletir sobre os dois aspectos da metacognição, o conhecimento sobre a cognição e sua regulação, e compreender como ambos se articulam com o conhecimento específico de cada área e com as habilidades cognitivas envolvidas no processo de aprendizagem. Segundo os autores, o ensino atual globalizado e com fácil acesso a informações pode dar condições para os professores e alunos se perguntarem sobre seu real papel e como melhorá-lo.

O PEEL sugere modelos que orientem o professor a estimular e avaliar atividades de metacognição/autorregulação da aprendizagem. Deste modo sugerimos neste texto que os estudos de Baird e Michel possam ser utilizados como instrumentos de inspiração para estudos sobre metacognição/autorregulação do ensino e da aprendizagem. Neste sentido, os autores propõem que tanto em processos de ensino e aprendizagem com foco direto nos estudantes assim como em processos de formação de professores que envolvem o planejamento de atividades didáticas e sua execução os instrumentos apresentados trazem valorosas contribuições primeiramente diretamente ligadas a metacognição dos estudantes alvo das atividades didático-pedagógicas e em segundo lugar como instrumentos para a reflexão do professor sobre as atividades em relação ao seu planejamento e prática.

Através do PEEL os pesquisadores propuseram que as habilidades de aprendizagem não são inatas, mas devem ser aprendidas e podem ser ensinadas. Um nome para as habilidades segundo os autores são estratégias cognitivas. Ou seja, enquanto a habilidade for considerada inata ou fixa, não se pode pensar em um programa para aprimorar a aprendizagem efetiva significativa.

Desde o século passado, pesquisadores já observavam que os professores faziam a maior parte do trabalho intelectual, enquanto os alunos são passivos nesse processo. Textos relatam que muito pouco esforço tem sido feito para ensinar nossos

estudantes a serem pensadores autossuficientes e independentes (Martins, 2006). Ou seja, há muito tempo o produto desejado da escolaridade é amplamente reconhecido: formar alunos independentes, capazes de enfrentar os problemas cotidianos de maneira crítica e de contribuir de forma produtiva para a sociedade.

Segundo os autores do PEEL, o cerne do problema reside no fato de que ainda se sabe relativamente pouco sobre o processo de ensino e aprendizagem, como distinguir um bom de um mau aprendizado e, principalmente, como promover de forma eficaz o aprendizado efetivo (Baird; Mitchell, 1987).

Diferentemente de muitos equívocos sobre Metodologias Ativas de Aprendizagem, com relação a autonomia, como “deixe o aluno se virar” ou “eu não preciso preparar aula”. Sem a compreensão sobre o processo de aprendizagem, o ditado “bom ensino resulta em boa aprendizagem carece de significado e passa ter validade questionável” (Baird; Mitchell, 1987, p. 7). Segundo os autores, a eficácia e a conveniência de determinados comportamentos de ensino só podem ser avaliadas quando um problema difícil é enfrentado de frente.

Em uma das suas pesquisas, Baird e Mitchell (1987) procuraram esclarecer a natureza das relações entre o processo de aprendizagem e o resultado, monitorando alunos do Melbourne College of Advanced em um curso de Biologia. Esse estudo mostrou que o resultado da aprendizagem é determinado pelas decisões tomadas pelo aluno, mostrando a importância de ser protagonista de sua aprendizagem. Criticam hábitos como a falta de envolvimento ativo e informações prontas no processo de aprendizagem.

Segundo a pesquisa, mesmo no ensino superior, os estudantes não estão cientes de seus problemas de aprendizagem e essa falta de consciência crítica gera atitudes ruins. No decorrer da investigação, observou-se que os alunos muitas vezes eram incapazes de aprender com compreensão ou desaprender um conceito errado (Baird; Mitchell, 1987, p. 7). Essa dificuldade em reconhecer e superar equívocos está frequentemente relacionada à presença de concepções alternativas⁴, que influenciam

⁴ Concepções alternativas no ensino de Ciências são ideias prévias construídas pelos alunos a partir de suas experiências de vida, que diferem do conhecimento científico escolar. Diferentemente de um simples erro, essas concepções possuem coerência própria e refletem a forma como o aluno interpreta o mundo, sendo essenciais para o professor compreender e transformar em ponto de partida para a aprendizagem científica (De Menezes Leão; Kalhil, 2015).

diretamente a forma como os estudantes interpretam e assimilam os conteúdos científicos.

A aplicação de estratégias cognitivas avaliativas durante as aulas teve um papel central no treinamento dos alunos. Na referida pesquisa, foi solicitado também que todos os participantes descrevessem as mudanças vivencias nos seus comportamentos, atitudes e desempenhos em sala de aula. Os resultados foram frutuossos, indicando que todos os objetivos do projeto foram alcançados. Destaca-se que o projeto PEEL não ofereceu aulas específicas sobre metacognição; entretanto, as ações realizadas durante as atividades foram explicitadas por meio de questionários que instigavam os participantes a refletirem sobre seus próprios processos de aprendizagem, ou seja, metacognitivos.

No decorrer do projeto, os professores tiveram autonomia para introduzir atividades que julgassem pertinentes e capazes de contribuir para o alcance dos objetivos estabelecidos nos planos de aula. Para encerrar este percurso teórico e aprofundar as reflexões acerca da formação de professores, do ensino investigativo e dos processos metacognitivos, apresentamos, nos quadros a seguir, algumas aproximações.

Apresentamos, nos quadros a seguir, algumas aproximações; o Quadro 10, em particular, evidencia as aproximações entre os hábitos de aprendizagem inadequada descritos por Baird e Mitchell (1987) e os elementos metacognitivos propostos por Rosa (2014).

Quadro 10 – Exemplos de aproximações entre os hábitos de aprendizagem inadequada propostos por Baird e Mitchell (1987) com os elementos metacognitivos propostos por Rosa (2014)

Aspecto	Baird e Mitchell (1987)	Rosa (2014)	Justificativa
Atenção e foco	Atenção Impulsiva e Superficial	Perguntas sobre Pessoa e Tarefa	Ambos abordam a importância da atenção consciente e da identificação do conteúdo e objetivo da tarefa.
Monitoramento	Monitoramento Inadequado	Monitoração	A falta de monitoramento é combatida pelas perguntas que desenvolvem

			consciência do processo em tempo real.
Planejamento e organização	Síntese Prematura	Planificação e Avaliação	O planejamento, a verificação e a avaliação devem ser constantes/contínuas.
Erro e concepções alternativas	Reestruturação Efetiva	Avaliação e Pessoa	Busca romper com padrões equivocados por meio da reflexão (autoavaliação) crítica e reconhecimento de limitações.

Fonte: Autoria própria

O Quadro 10 evidencia que há convergências significativas entre os hábitos inadequados de aprendizagem identificados por Baird e Mitchell (1987) e os elementos metacognitivos propostos por Rosa (2014), o que justifica a possibilidade de aproximação entre ambos os referenciais. Enquanto os primeiros descrevem obstáculos que dificultam a aprendizagem, como atenção impulsiva, monitoramento insuficiente e síntese prematura, os segundos apresentam estratégias de autorregulação, planejamento e avaliação capazes de superar tais limitações. Assim, observa-se que os elementos metacognitivos descritos por Rosa (2014) oferecem uma base teórica para compreender e intervir sobre os hábitos inadequados elencados por Baird e Mitchell (1987), promovendo o desenvolvimento de aprendizagens mais críticas e efetivas.

Quadro 11 – Aproximações entre o grau de abertura nas atividades investigativas com as quatro categorias de aulas que respeitam o papel ativo do aluno propostos no PEEL

Aspecto Comparado	Categorias de aulas no PEEL	Grau de abertura nas atividades Investigativas
Protagonismo do aluno	Evolui do passivo ao ativo (RP → CI), culminando em protagonismo e cognição	Evolui com o grau de abertura ao planejar e conduzir as atividades e experimentos
Papel do professor	Evolui de controlador absoluto a colaborador (RP → CI)	Media o processo de aprendizagem, provoca, instiga, não fornece

		respostas prontas em todas as etapas.
Natureza do planejamento	Definido pelo professor na maioria dos modelos; no CI há construção conjunta	Planejamento pode ser elaborado pelos alunos nos níveis mais altos
Avaliação	Perguntas e respostas dos alunos sempre valorizadas	Valorização de argumentação e construção de sentido

Fonte: Autoria própria. 1. Receptividade Passiva (RP); 2. Resposta relativamente uniforme (RU); 3. Participação informada (PI); 4. Colaboração informada (CI)

A relação entre os níveis de abertura das atividades investigativas propostos por Munford e Lima (2007) e as categorias de aulas descritas por Baird e Mitchell (1987) evidencia a centralidade do protagonismo discente no processo de aprendizagem, uma vez que o aumento da autonomia do estudante nas etapas investigativas favorece o desenvolvimento de competências metacognitivas (Quadro 11).

Para Sasseron (2015), o ensino por investigação, ao articular alfabetização científica e práticas argumentativas no ensino de ciências da natureza, contribui para o desenvolvimento de processos metacognitivos, na medida em que estimula os estudantes a refletirem sobre suas próprias ideias, estratégias e compreensões ao longo da construção do conhecimento.

Küll e Volante Zanon (2017) também ressaltam que os processos investigativos no ensino de ciências potencializam o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, ao envolver os estudantes em processos de levantamento de hipóteses, análise crítica e tomada de decisões, elementos que também favorecem o exercício da metacognição durante a aprendizagem.

O Quadro 12 explicita a relação entre os diferentes níveis de abertura das atividades investigativas e o desenvolvimento da autoavaliação e da compreensão discente.

Quadro 12 – Relação entre Níveis de Abertura em Atividades Investigativas e o Desenvolvimento da Autoavaliação da Compreensão Discente

Níveis de Abertura em Atividades Investigativas	Correspondência com o Sistema de Autoavaliação proposto	Correspondência com o Nível de Compreensão proposto por Baird e Mitchel/Justificativa
---	---	---

	por Baird e Mitchel/Justificativa	
0 – Demonstração	Nível 1 – “Eu não tive que pensar muito duro”	Nível 1 – Compreensão baixa
	O aluno apenas observa e repete. A atividade é totalmente dirigida, não estimula pensamento reflexivo nem tomada de decisões.	O aluno pouco compreende o sentido da atividade, pois apenas observa; não há apropriação conceitual nem elaboração.
1 – Exercício	Nível 2 – “Eu tentei seguir o que foi falado para mim”	Nível 2 – Compreensão mecânica
	Apesar de haver uma solução aberta, todo o processo é guiado, limitando a autonomia do aluno.	Há certa memorização e repetição; o aluno responde com base em anotações ou instruções prévias.
2- Investigação estruturada	Nível 3 – “Eu propus várias questões reflexivas”	Nível 3 – Compreensão parcial
	O aluno começa a tomar decisões parciais, aplicar estratégias cognitivas e propor suas próprias questões em algumas etapas.	O aluno compreende parcialmente os conceitos e procedimentos; ainda depende do professor em alguns momentos.
3 – Investigação aberta	Nível 4 – “Eu fiz várias questões reflexivas”	Nível 4 – Compreensão real
	O aluno conduz o experimento, propõe e responde a questões significativas, mobilizando pensamento independente.	O aluno entende o processo, os conceitos envolvidos e é capaz de aplicar o que aprendeu em outros contextos.
4 – Projeto	Nível 4 (avançado)	Nível 4 – Compreensão real (avançado)
	O aluno planeja, executa, monitora e avalia todo o processo; há protagonismo, autoria e argumentação colaborativa.	O aluno internaliza conceitos, articula com a prática e compartilha saberes com autonomia, indicando aprendizagem significativa.

Fonte: Autoria própria

A associação entre as propostas do ensino investigativo e resultados de estudos do PEEL, evidencia que maiores níveis de abertura nas atividades investigativas favorecem comportamentos mais autônomos e reflexivos por parte dos alunos, além de proporcionarem compreensões mais profundas e significativas. Isso

reforça a importância de metodologias que promovam o protagonismo estudantil e a metacognição no ensino de Ciências, especialmente quando o objetivo é desenvolver competências cognitivas e formativas de longo prazo, como ressaltam os autores do PEEL.

De acordo com Munford e Lima (2007) a medida que o nível de abertura aumenta, cresce também o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem, com impactos diretos sobre sua capacidade de refletir, planejar, monitorar e avaliar sua própria aprendizagem.

Nos níveis iniciais de abertura (0 Demonstração e 1 Exercício), o aluno permanece em uma posição passiva, atuando apenas como executor de instruções. Tais níveis estão associados a compreensões superficiais e mecânicas do conteúdo, e a um baixo engajamento metacognitivo (Baird; Mitchell, 1987). Nesses contextos, o conhecimento é transmitido de forma direta pelo professor, e o aluno apenas observa, repete ou segue instruções, sem necessidade de reflexão, tomada de decisão ou avaliação crítica das ações que realiza.

Por outro lado, a partir do nível 2 Investigação Estruturada, o aluno passa a assumir parte da responsabilidade pelo desenvolvimento da atividade, formulando questões, aplicando estratégias cognitivas e iniciando processos de autoavaliação. Já nos níveis mais altos (3 Investigação Aberta e 4 Projeto), o estudante se torna protagonista do processo, sendo responsável por planejar, executar e avaliar suas ações, mobilizando saberes prévios, habilidades cognitivas e metacognitivas de forma integrada (Munford; Lima, 2007; Baird; Mitchell, 1987).

As metodologias tradicionalmente utilizadas, muitas vezes vistas como “atuais”, ainda apresentam forte resistência à mudança. Na prática, grande parte das atividades escolares permanece ancorada em modelos com pouca abertura e baixa complexidade cognitiva. Esses modelos não apenas limitam o desenvolvimento da autonomia dos alunos, mas também inviabilizam a aprendizagem significativa, pois não estimulam os estudantes a refletirem sobre seus próprios processos de aprender (Carvalho, 2013; Solino; Sasseron, 2018; Miranda; Marcondes; Suart; 2015).

O item 4 do quadro, intitulado Projeto, estabelece uma clara aproximação com a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) com alta abertura adotada nesta pesquisa. Essa relação se justifica pelo fato de ambos os referenciais destacarem situações em que os alunos não apenas executam tarefas, mas assumem efetivamente o protagonismo e controle do seu processo de aprendizagem. Essa convergência

sugere que a SEI mobiliza competências cognitivas e metacognitivas avançadas, favorecendo a autonomia intelectual, a autoria e a argumentação crítica, características essenciais para a aprendizagem significativa e para a formação dos futuros professores.

Assim, segundo Miranda, Marcondes e Suart (2015), o ensino investigativo no contexto da formação inicial de professores de Química contribui significativamente para a promoção da alfabetização científica, ao favorecer o protagonismo estudantil, a problematização dos conteúdos e o desenvolvimento da argumentação como prática formativa e reflexiva no ensino médio. Desta forma, quanto maior for a abertura da atividade investigativa, mas ela irá contribuir de forma efetiva para o desenvolvimento da metacognição. Isso se dá ao se criar situações em que o aluno é desafiado a tomar decisões, a lidar com o erro, a justificar suas escolhas e a estabelecer conexões entre os conhecimentos escolares e contextos reais como elementos que favorecem a autorregulação da aprendizagem e a compreensão profunda dos conteúdos.

Refletindo sobre o acesso cada vez mais facilitado às informações por meio da internet e, mais recentemente, com a ampliação do uso da inteligência artificial em ambientes educacionais, torna-se ainda mais urgente repensar metodologias que estimulem a autorregulação da aprendizagem, o pensamento crítico e a metacognição, a fim de formar sujeitos capazes de selecionar, avaliar e aplicar informações de forma consciente e reflexiva. O Ensino de Química ainda enfrenta resistência à adoção de práticas investigativas com maior abertura experimental, o que revela a manutenção de uma estrutura educacional anacrônica e pouco eficaz para o desenvolvimento das competências cognitivas e metacognitivas exigidas no mundo contemporâneo.

Dando continuidade, o próximo capítulo apresenta os caminhos metodológicos desta pesquisa, construídos a partir dos referenciais até aqui discutidos, de modo a articular as bases conceituais com as escolhas investigativas que orientaram o desenvolvimento dessa pesquisa.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada através de um estudo de caso qualitativo. Foram propostas atividades como a elaboração de um plano de aula (Apêndice C) e a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre a temática Velas, intitulada A “História Química de uma Vela” (Apêndice F). Durante a realização das aulas, foram utilizados instrumentos de coleta de dados como roteiros, questionários e entrevistas.

A pesquisa qualitativa no ensino de Ciências configura-se como uma abordagem metodológica que busca compreender, em profundidade, os significados construídos pelos participantes envolvidos. Fundamentada em uma perspectiva interpretativa, essa vertente investigativa privilegia a análise de contextos específicos, das práticas pedagógicas e das interações que ocorrem no ambiente escolar, reconhecendo a subjetividade, a complexidade e a dinamicidade desses fenômenos (Bogdan; Biklen, 1994; Guba; Lincoln, 1994). Ao considerar as vozes de professores e estudantes como centrais na produção do conhecimento educacional, a pesquisa qualitativa contribui significativamente para a ressignificação das práticas docentes e para o aprimoramento do Ensino de Ciências (Minayo, 1994; Lüdke; André, 1986).

Embora esteja delineada como um estudo de caso qualitativo, a pesquisa apresenta características de pesquisa-ação, pois articula investigação e intervenção pedagógica em um processo colaborativo com os participantes, buscando transformar a prática investigada (Lüdke; André, 1986). A pesquisa-ação configura-se como uma abordagem metodológica que integra, de forma indissociável, a investigação científica e a transformação da realidade. No campo da educação, essa modalidade de pesquisa tem se destacado por sua capacidade de articular teoria e prática, permitindo que professores, pesquisadores e demais participantes envolvidos atuem de maneira colaborativa na identificação de problemas e na proposição de soluções.

Segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação caracteriza-se por envolver a participação ativa dos sujeitos no processo investigativo, sendo conduzida em contextos reais de atuação como escolas, salas de aula, projetos ou oficinas. Ela parte de uma problemática concreta vivenciada pelos participantes, com o objetivo de compreender a situação e intervir sobre ela, gerando mudanças efetivas e, ao mesmo tempo, conhecimento teórico e prático. O processo se desenvolve de forma cíclica,

passando pelas etapas de planejamento, ação, observação e reflexão, possibilitando o aprimoramento contínuo da prática educativa.

Essa abordagem torna-se especialmente relevante em pesquisas no Ensino de Ciências, onde o envolvimento do pesquisador nas atividades pedagógicas, neste caso como oficinas, permite compreender como os estudantes aprendem, interagem e constroem significados em torno dos conteúdos e objetivos. Ao coletar dados durante intervenções planejadas, o pesquisador não apenas observa os efeitos da prática, mas também reflete criticamente sobre ela, propondo melhorias fundamentadas nos resultados obtidos.

3.1 Descrição dos Participantes e Local da Pesquisa

As atividades de estágio supervisionado e as práticas de ensino são componentes essenciais na formação de professores, pois contribuem para superar a dicotomia entre teoria e prática. Elas oferecem aos licenciandos oportunidades de reflexão sobre estratégias, metodologias e conteúdos que serão utilizados no ambiente escolar (Souza; Lima, 2019). Carvalho (2013) destaca que o estágio deve ser cuidadosamente planejado, com sistematização, discussão e teorização das atividades realizadas, o que contribui para que o licenciando compreenda a escola em toda sua complexidade.

Durante o estágio supervisionado, os estudantes combinam teoria e prática, refletindo sobre diferentes situações pedagógicas que ocorrem na escola. Isso permite o desenvolvimento de habilidades para planejar, implementar, avaliar, refletir e construir novos entendimentos sobre o ensino (Arrigo et al., 2022, p. 3). Portanto, é fundamental oferecer aos futuros professores ambientes formativos que estimulem questionamentos e debates fundamentados teoricamente, propondo uma formação mais alinhada à realidade profissional que irão enfrentar.

Esta pesquisa foi desenvolvida com 22 licenciandos e um docente do último ano do Curso Noturno de Licenciatura em Química de uma Universidade Pública do interior de São Paulo. A pesquisa foi realizada no conteúdo programático das disciplinas intituladas Química para o Ensino Médio II (onde foi realizada a coleta de dados) e Estágio em Química para o Ensino Médio II (disciplina concomitante). A disciplina Química para o ensino médio II é de responsabilidade do Departamento de

Química da instituição e possui horas de estágio curricular supervisionado em escolas atreladas a si. Este estágio inclui o planejamento e oferecimento de atividades didáticas para alunos de ensino médio. Para subsidiar as regências os licenciandos devem produzir recursos didáticos, considerando a heterogeneidade dos alunos que frequentam a escola.

Já a disciplina Estágio em Química para o ensino Médio II enfatiza a realização de estágio curricular supervisionado em aulas de Química do Ensino Médio de escolas públicas, visando a reflexão sobre a abordagem dos saberes estudados no campo de atuação profissional, a partir dos referenciais teórico-metodológicos abordados na disciplina “Química para o Ensino Médio II”.

A ementa propõe que na disciplina serão discutidos os pressupostos teóricos e aspectos metodológicos relativos ao Ensino de Química, principalmente considerando relações de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Além disso, os licenciandos têm a oportunidade de analisar aulas expositivas, aulas experimentais, livros didáticos e paradidáticos, jogos, multimídia e internet, no intuito de reunir elementos que subsidiem a elaboração de materiais didáticos para o ensino de química no ensino médio, a partir do reconhecimento da diversidade, numa perspectiva inclusiva.

As disciplinas são oferecidas no último ano da graduação, podendo ter os mesmos docentes ou professores diferentes. No período de aplicação dessa pesquisa, uma única professora era responsável por ambas as disciplinas. Assim, o objetivo de ambas é oferecer um espaço para que as atividades de regência possam ser discutidas e ressignificadas a partir da problematização dos objetos de estudo teórico abordados na graduação.

Em um primeiro momento, a docente responsável pela disciplina explanou como seriam as vivências nas próximas aulas. Enfatizou a relevância da pesquisa e pediu encarecidamente que os licenciandos colaborassem com a participação e coleta de dados, esclarecendo que a pesquisa seria parte da formação deles. Após essa etapa, os licenciandos assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (Apêndice A).

Os licenciandos participaram voluntariamente da pesquisa, e todas as etapas foram realizadas durante o período de aulas das referidas disciplinas.

3.2 O Caminho Formativo dos Licenciandos

Diversos estudos voltados à formação de professores e ao ensino de Ciências/Química têm defendido a inserção da pesquisa como princípio educativo nos cursos de licenciatura, visando ao aprimoramento curricular (Galiazzi et al., 2007; Santos; Maldaner, 2010). Nessa perspectiva, compreende-se a formação docente como um processo contínuo e permanente, em que a superação da racionalidade técnica pode ocorrer por meio da participação dos futuros e atuais professores em grupos de pesquisa, espaços de reflexão e comunidades de aprendizagem, envolvendo formadores, licenciandos, mestrandos e doutorandos. Essa interação favorece a reconstrução das teorias e práticas docentes e possibilita a transformação dos currículos nos diferentes contextos educativos.

Ao analisar a matriz curricular do curso de Licenciatura em Química do curso onde foi realizada a pesquisa, encontramos uma composição equilibrada entre disciplinas voltadas à formação técnica, específica da área de Química, e componentes de caráter pedagógico, voltados à preparação para a docência. Com base na estrutura geral disponibilizada no site da instituição, o curso conta com 180 créditos-aula obrigatórios (correspondentes a aproximadamente 2.700 horas), 42 créditos-trabalho (cerca de 1.260 horas), além de créditos optativos e atividades complementares, totalizando 3.926 horas de formação. Essa organização contempla tanto os fundamentos científicos e tecnológicos necessários ao domínio da área quanto as competências pedagógicas requeridas para o exercício da profissão docente.

As disciplinas de formação técnica englobam conteúdos específicos de Química e áreas correlatas, como Química Geral, Química Orgânica, Química Analítica, Físico-Química, Bioquímica, Química Ambiental, bem como componentes de apoio, como Cálculo, Física e práticas laboratoriais especializadas. Essas disciplinas, somadas, correspondem a aproximadamente 2.580 horas do curso, o que representa cerca de 66% da carga horária total.

Tais proporções evidenciam a ênfase atribuída à consolidação dos saberes científicos e ao desenvolvimento de habilidades docentes. Além disso, acredita-se que as disciplinas formativas proponham a vivência de atividades práticas indispensáveis à compreensão e à aplicação dos conceitos químicos. Contudo, apesar da legalidade

do documento e desse quantitativo, os dados revelam limitações que merecem reflexão.

Os componentes curriculares, ministrados desde o início do curso, são os espaços privilegiados para se discutir as identidades do professor da educação básica, os aspectos relativos à sua profissionalização e desenvolver a educação química plenamente. O que falta ao curso é uma transformação em seu currículo ativo: formadores/pesquisadores das diversas subáreas da química mudarem suas práticas, pensamentos e discursos no intuito de que as disciplinas por eles ministradas dialoguem com o restante das disciplinas formativas do licenciando para alcançar os objetivos constantes no projeto pedagógico do curso de licenciatura em química (Sá; Santos, 2017, p. 335).

O excerto de Sá e Santos (2017) destaca um desafio central na formação inicial de professores de Química: embora os componentes curriculares oferecidos desde o início do curso constituam espaços importantes para a construção da identidade docente e para a profissionalização, ainda persiste uma fragmentação entre as disciplinas específicas da área e aquelas voltadas à formação pedagógica. Os autores evidenciam que essa lacuna compromete uma educação química integral e contextualizada, já que muitos formadores das subáreas da Química mantêm práticas tradicionais centradas apenas na transmissão de conteúdos, sem estabelecer articulação com as demandas formativas do licenciando. Assim, defendem a necessidade de uma transformação curricular que ultrapasse mudanças estruturais e contemple uma revisão das práticas docentes dos formadores universitários, promovendo um diálogo efetivo entre teoria e prática e assegurando a coerência com os objetivos previstos no projeto pedagógico do curso.

Por sua vez, as disciplinas pedagógicas são constituídas por componentes como Psicologia Educacional, Didática, Metodologias de Ensino, Estágio Supervisionado, Prática como Componente Curricular (PCC) e Atividades de Extensão Universitária. Considerando-se os créditos-trabalho, que correspondem às atividades práticas de docência e estágios, e a carga de extensão, obtém-se aproximadamente 1.346 horas destinadas a essa dimensão, o que equivale a cerca de 34% da carga total do curso. Essas disciplinas desempenham papel fundamental no desenvolvimento de competências didáticas, na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem e na preparação para o enfrentamento de contextos reais de sala de aula.

Em síntese, a análise da matriz curricular indica que o curso de Licenciatura em Química busca articular, de forma relativamente equilibrada, a sólida formação científica exigida para a compreensão dos fenômenos químicos com a formação pedagógica necessária ao exercício profissional docente. A predominância da carga horária técnica (66%) sobre a pedagógica (34%) reflete a importância atribuída à base conceitual e experimental na área de Química, ao mesmo tempo em que propõe um conjunto significativo de experiências formativas voltadas ao ensino, visando que o egresso esteja apto a atuar com competência tanto no domínio do conhecimento científico quanto na prática educativa.

Apesar de a matriz curricular propor uma articulação entre formação científica e pedagógica, observa-se uma assimetria preocupante: enquanto a maior parte dos docentes responsáveis pelas disciplinas específicas prioriza conteúdos conceituais e práticas experimentais de caráter técnico, muitas vezes sem possuir formação pedagógica adequada ou sequer licenciatura, os professores das áreas formativas dispõem de tempo limitado para promover a articulação entre os conhecimentos químicos e a prática educativa, o que fragiliza a formação docente, podendo gerar insegurança profissional, lacunas didáticas e dificuldades na transposição do saber científico para o contexto escolar.

3.3 Instrumentos e Procedimentos Utilizados para a Obtenção dos Dados

Com o objetivo de analisar como uma Sequência de Ensino Investigativo se configurar como um espaço de manifestações metacognitivas, foram empregados os instrumentos descritos a seguir, cujos dados coletados encontram-se sistematizados no quadro 13.

Quadro 13 – Quadro sintético das etapas da pesquisa e intervenção metacognitiva

Etapas	Descrição das Intervenções
1	Aplicação de Questionário 1 (Q1 - Apêndice B) e distribuição de kits para elaboração de um plano de ensino contendo uma experiência didática. Etapa realizada para o levantamento de concepções prévias dos licenciandos.
2	Distribuição de roteiros pré-estabelecidos individuais para elaboração de Plano de Aula com a temática “Água” (Plano de Aula - PA -Apêndice C).
3	Aplicação de Questionário 2 (Q2 - Apêndice D).
4	SEI Investigativa com 15 experiências “A História Química de uma Vela” (Apêndice E). Acompanha guia de questionamentos.

5	Aula expositiva dialogada sobre Metodologias Ativas com ênfase no Ensino de Ciências por Investigação. Síntese das atividades realizadas e formulação dos conceitos envolvidos no processo.
6	Entrevista com Licenciandos (E1 -Apêndice F) e com a docente (E2 - Apêndice G).

Fonte: Autoria própria

Segundo Gil (2009), os questionários são uma técnica de investigação com questões que possuem o propósito de obter informações, buscando-se responder uma questão de pesquisa ou cumprir os objetivos de um projeto.

Melo e Bianchi (2015) descrevem que para se construir um bom questionário, o pesquisador deve ter cautela e atenção para esta etapa. Um trabalho feito sem preocupação pode conduzir a análises precipitadas levando a conclusões sem ter havido de fato uma averiguação dos dados, portanto, inválidas. Durante a pesquisa foram aplicados dois questionários, nas etapas iniciais: O primeiro questionário (Questionário 1; Apêndice B) foi aplicado no início da pesquisa e o segundo questionário (Questionário 2; Apêndice D) foi aplicado após a realização do plano de aula com o tema “Água”, atividade realizada para o levantamento das concepções prévias dos licenciandos.

O reconhecimento das concepções prévias dos sujeitos tem se configurado como um elemento central tanto nas pesquisas em Educação em Ciências quanto nas intervenções voltadas à formação docente. Como destaca Ausubel (1968), o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe; descubra-o e ensine de acordo. Esse princípio evidencia que todo processo formativo se ancora inevitavelmente no conhecimento prévio dos aprendizes, que atua como base para a atribuição de novos significados. A investigação dessas concepções permite compreender os obstáculos epistemológicos e didáticos que atravessam os processos de formação inicial, oferecendo subsídios para o planejamento de propostas pedagógicas mais eficazes.

O levantamento das concepções prévias antes de uma intervenção formativa permite identificar conhecimentos, crenças e estratégias já mobilizadas pelos licenciandos. Tal movimento também contribui para identificar possíveis concepções alternativas que dificultam a aprendizagem significativa (Ausubel, 1968; Moreira, 2011). Além disso, estimulam a reflexão crítica sobre o papel do professor e do

conhecimento escolar, ao instigar os futuros docentes a refletirem sobre seus próprios modos de pensar, aprender e ensinar.

No ensino de ciências, pesquisas mostram que o desenvolvimento metacognitivo favorece tanto a aprendizagem conceitual quanto a motivação dos estudantes, desde que trabalhado de maneira sistemática e diária. Estratégias como mapas conceituais, heurísticas, fluxogramas e reflexões orientadas em sala de aula são apontadas como ferramentas eficazes. Além disso, reconhece-se que a “metacognição prévia” dos alunos, formada por crenças e experiências anteriores, influencia diretamente o sucesso das intervenções didáticas. (Thomas; MCrobbie, 2001, p. 254).

Para elaboração do plano de aula, a turma de 22 licenciandos foi dividida em cinco grupos a livre escolha. Cada grupo recebeu um kit para realização de uma experiência que deveria estar inserida no plano de aula. Os insumos fornecidos estão listados no quadro.

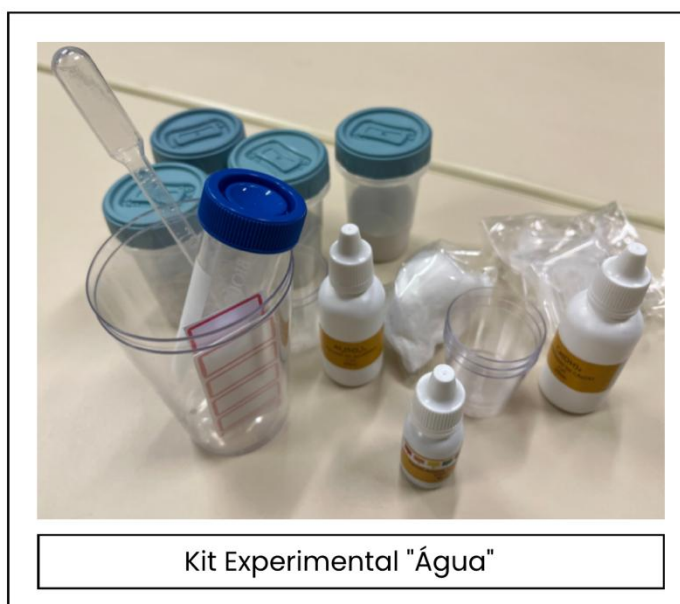
Quadro 14 – Kit experimental para realização da experiência

Materiais e Reagentes	
Pipeta Pasteur de plástico	Suporte de MDF para o filtro
Copos de acrílico de 40 mL	Tubo tipo Falcon 50 mL furado
Solução de hidróxido de cálcio 6 g/L	Pedra grossa
Solução de sulfato de alumínio 15 g/L	Pedra fina
Tubetes	Areia
Colherinhas de acrílico	Carvão ativo granulado
Indicador universal verde	Algodão
Também foram disponibilizados aos grupos terra comum e água de torneira.	

Fonte: Autoria própria

O kit experimental (Figura 5) não continha roteiro e nem instruções e continha os seguintes itens acondicionados em uma caixa de papelão.

Figura 6 – Imagem do Kit Experimental



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

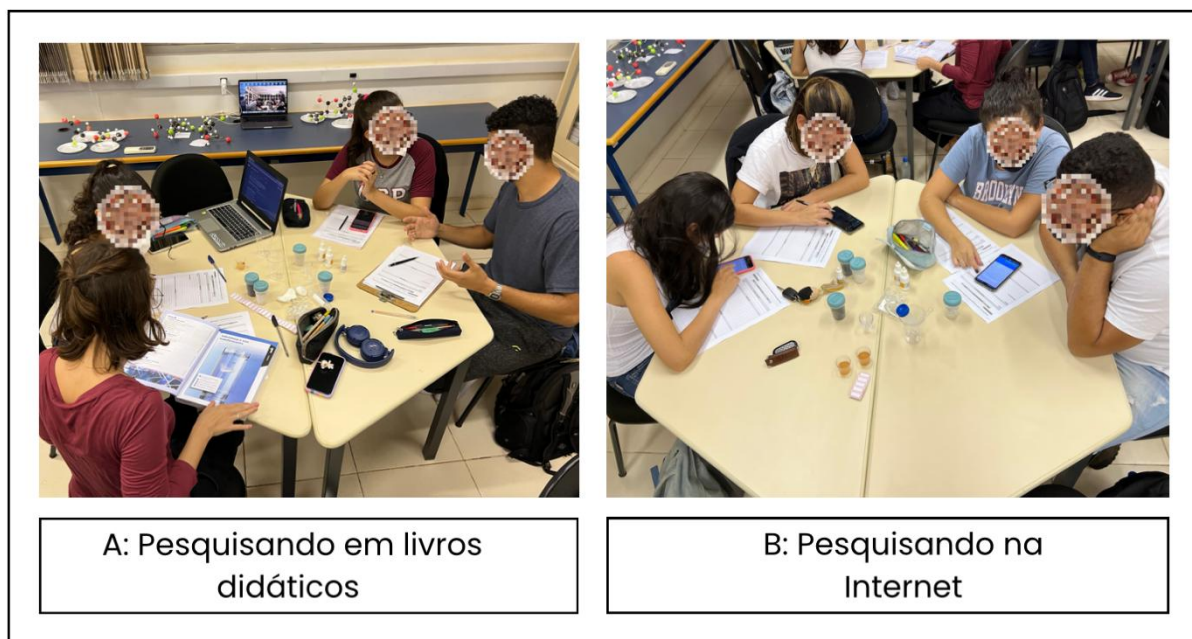
Buscando não interferir nos resultados, foram fornecidas somente as seguintes informações:

“Como você montaria um plano de aula com a temática Água utilizando os recursos disponíveis no kit experimental. Assumam que as aulas serão ministradas no período diurno, para 30 alunos de uma escola pública, durante a disciplina de química. Utilize Metodologias Ativas de Aprendizagem”.

Para cada um dos 22 licenciandos, foi entregue um roteiro para elaboração do plano de aula (Apêndice C). O documento propunha o uso de metodologias ativas e uma atividade experimental. Foi elaborado contendo a identificação do(a) professor(a), o ano/série, o número de aulas e a data prevista para sua realização. Na sequência, o roteiro solicitava o tema da aula, juntamente com o objetivo geral, objetivos específicos, procedimentos metodológicos, modo de avaliação e referências. Os licenciandos construíram o plano de aula individualmente, preenchendo os espaços demarcados.

Para a elaboração da experiência eles puderam manipular os aparatos e reagentes disponíveis no kit experimental, fazer pesquisas em seus computadores e telefones celulares, consultar os livros didáticos (Figura 6) que estavam disponíveis e trocar ideias com os demais integrantes do grupo.

Figura 7 – Licenciandos realizando testes e pesquisas para elaboração do plano de aula



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

A elaboração de um plano de ensino para o ensino de Química no Ensino Médio é fundamental porque permite ao professor organizar e sistematizar o processo de ensino e aprendizagem de maneira clara, objetiva e contextualizada. Um bom plano orienta a escolha dos conteúdos, das metodologias de ensino, dos recursos didáticos e das formas de avaliação, assegurando a articulação entre teoria e prática, especialmente em uma disciplina abstrata como Química (Galiazzi, 2001).

Outro fator essencial é considerar o perfil dos estudantes, as condições da escola, a carga horária disponível e os recursos materiais e humanos. O planejamento cuidadoso permite também superar desafios comuns, como o desinteresse dos alunos, a fragmentação dos conteúdos e a dificuldade de acesso a laboratórios e materiais para aulas práticas. Assim, um plano de ensino bem elaborado contribui significativamente para a melhoria da qualidade do ensino de Química, tornando-o mais significativo, atrativo e eficaz na formação dos jovens (Gonçalves; Marques, 2006).

No final desta etapa, os planos de aula foram coletados para análise. Após o término do plano de aula, foi aplicado um questionário via Google Forms (Questionário 2; Apêndice D). Alguns alunos fizeram no final da aula enquanto os outros se

comprometeram entregar na próxima semana. O questionário investigou as percepções dos licenciandos sobre seus conhecimentos prévios e sobre a construção de um plano de aula, analisando suas propostas quanto ao planejamento, contextualização, autonomia docente, clareza comunicativa e protagonismo discente. Nesta etapa, foram obtidas respostas de 10 alunos, porém duas estavam incompletas e, portanto, foram desconsideradas.

A próxima etapa da pesquisa foi a realização de uma SEI (Apêndice E). A atividade foi inspirada e readaptada a partir da sequência de ensino investigativo elaborada por Gazola (2013) na pesquisa de mestrado intitulada “*A proposta de ensino por investigação e o processo de formação inicial de professores de Ciências: reflexões sobre a construção de um modelo didático pessoal*”. A sequência didática investigativa proposta é contextualizada com trechos de textos e livros históricos relacionados com o estudo dos gases e da combustão (Faraday, 1860 [1908]; Lavoisier, 1776 [1864]; Lavoisier, 1789 [1864]; Priestley, 1775; Vaux, 1902).

Para a realização dessa etapa, a sala de aula foi organizada de modo que todos os licenciandos pudessem participar e observar a realização de todos os quinze experimentos, sejam eles realizados pela pesquisadora ou pelos colegas sentados ao lado.

Figura 8 – Distribuição dos alunos para realização da SEI



A SEI proposta foi composta por quinze experimentos, contextualizados por meio de trechos selecionados de textos históricos. As questões que norteavam a experiência, os materiais disponíveis e os textos históricos (Apêndice E) foram entregues aos licenciandos em formato impresso, para que pudessem acompanhar a leitura. As questões norteadoras dos experimentos e todos os textos também foram apresentadas em projetor, localizado atrás da pesquisadora.

O Apêndice E apresenta a SEI completa, incluindo conteúdo específico e guia de questões para cada experiência. Ressalto que, para os alunos, foram entregues apenas as questões norteadoras, os textos históricos e os materiais disponibilizados para a realização da atividade experimental investigativa.

As atividades experimentais propostas na SEI foram organizadas em dois formatos: demonstrativa e em grupos, selecionadas conforme a disponibilidade de materiais e o tempo destinado a cada etapa. Quando pertinente, os materiais foram disponibilizados em estações distribuídas nas mesas, permitindo a manipulação direta pelos licenciandos. É importante destacar que durante toda a aplicação da SEI, a organização física da sala foi mantida de maneira a favorecer a comunicação entre os licenciandos. Ressaltamos que a disposição das carteiras, previamente planejada, contribuiu para a interação entre os licenciandos e o ambiente investigativo aberto proposto.

Após a SEI, foi ministrada uma aula expositiva dialogada sobre Ensino de Ciências por Investigação e metacognição (Etapa 5). Alguns exemplos de questões norteadoras foram: O que se entende por ensino por Metodologias Ativas de Aprendizagem?; O que se entende por ensino por investigação? Você mudaria seu plano de aula? Como e por quê?; As atividades propostas sob o ponto de vista investigativo podem ser eficazes para o ensino? Em que níveis?; Seria possível utilizá-los para desenvolver o pensamento crítico sobre o processo de aprender e consequentemente ensinar? Como e por quê?; Como o modo de aprender a ser professor o influenciará no seu modo de ensinar? O que são os níveis de abertura e como eles podem ajudar na metacognição?; Essa proposta de ensino é inclusiva? Como?

Finalmente, as entrevistas (etapa 6) foram realizadas de forma on-line, por videoconferência, sendo gravadas e, posteriormente, transcritas. Participaram dessa etapa quatro licenciandos, escolhidos aleatoriamente. A entrevista semiestruturada é uma estratégia valiosa na pesquisa em ensino de ciências, pois permite ao

pesquisador explorar com profundidade as percepções dos participantes, mantendo, ao mesmo tempo, certa flexibilidade na condução da conversa. Esse tipo de entrevista apresenta vantagens significativas, como a possibilidade de aprofundamento nas respostas, adaptação às situações emergentes e melhor compreensão das práticas e concepções dos participantes (Gil, 2009; Sampieri; Collado; Lucio, 2006).

A utilização de entrevistas como instrumento de coleta de dados em pesquisas no ensino de Ciências é justificada por sua capacidade de acessar percepções, compreensões e significados atribuídos pelos participantes às práticas educativas, permitindo uma análise aprofundada do contexto e das experiências vividas (Bogdan; Biklen, 1994). Segundo Lüdke e André (1986), as entrevistas permitem uma interação direta entre pesquisador e entrevistado, favorecendo a compreensão dos pontos de vista e das opiniões dos participantes. Essa característica é essencial para investigações no campo do ensino de Ciências, pois possibilita captar as nuances das experiências educativas e as representações construídas pelos participantes acerca do processo de aprendizagem.

Durante as entrevistas, os licenciandos mencionaram uma professora que se destacou, segundo eles, no desenvolvimento da proposta e na promoção da sua aprendizagem para a docência. Diante disso, optou-se por realizar também uma entrevista semiestruturada com a docente mencionada pelos licenciandos. Destacamos que a professora entrevistada, apesar de não ser responsável pelos conteúdos pedagógicos, foi mencionada por três dos quatro licenciandos. A docente marcou a formação prática dos licenciandos e ao entrevistar a professora observamos que ela é licenciada, gosta e é engajada com os processos formativos de seus alunos de licenciatura.

3.4 A Elaboração da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A Sequência Didática originalmente elaborada por Gazola (2013) compreendia cinco experimentos, concebidos a partir dos princípios do Ensino por Investigação contextualizados. Na perspectiva proposta, valorizava-se que os estudantes realizassem observações diretas, formassem hipóteses e as testassem, entendendo-se que esse processo era tão relevante quanto alcançar a “resposta correta”. A mediação docente, nesse contexto, deveria priorizar a orientação do

trabalho dos alunos, estimulando o amadurecimento de suas ideias, sem, contudo, oferecer respostas imediatas às suas questões. A aplicação da série de experimentos podia ocorrer de forma demonstrativa, em que o professor realizava os procedimentos para a turma, ou por meio da experimentação em grupos, possibilitando que os próprios estudantes executassem as atividades. Em ambos os casos, recomendava-se a repetição dos experimentos, de modo a favorecer melhores condições de observação e reflexão (Gazola, 2013).

A proposta original foi ampliada e readaptada para garantir uma intencionalidade metacognitiva provocativa que, embora estivesse implícita em todas as etapas da SEI, precisava ser tornada visível e deliberada, a fim de estimular nos licenciandos a reflexão sobre o próprio pensamento, tanto na condição de estudantes, ao analisarem como aprendem, quanto na perspectiva docente em formação, ao projetarem como eventualmente irão ensinar.

Nos trabalhos realizados em grupos colaborativos, o professor dirigiu perguntas reflexivas e intencionais, formuladas dentro do contexto real de cada grupo, a fim de favorecer o desenvolvimento da autonomia cognitiva. As quinze experiências propostas e suas respectivas contextualizações foram organizadas de forma encadeada, de modo que, em algumas situações, a experiência seguinte revelava inconsistências nas conclusões derivadas da anterior. Um exemplo recorrente foi a explicação inicial dos estudantes de que a vela se apagava porque “o oxigênio havia acabado”. Em seguida, desencadeava-se uma discussão e a proposição de um novo experimento com caráter intencionalmente provocativo, no qual se demonstrava, por meio de um aparato simples, que ainda existia oxigênio no recipiente. Tal situação gerava intensa agitação entre os alunos, alguns chegando a afirmar não saber nada de Química, confessando nunca terem refletido sobre o motivo pelo qual uma vela se apaga.

As atividades eram sempre iniciadas por uma pergunta instigadora e desafiadora, que levava os estudantes a exporem suas hipóteses. Em seguida, uma nova experiência desconstruía parcialmente suas respostas, conduzindo-os a refletir criticamente sobre suas próprias aprendizagens. Essa dinâmica, especialmente nos casos em que a explicação inicial se limitava à ideia de que “a vela se apaga porque o oxigênio acabou”, provocava questionamentos mais profundos, tais como: “mas eu nunca havia parado para pensar nisso”.

Essa dinâmica revelou que a construção do conhecimento exige mais do que respostas imediatas, demandando espaço para problematização e tomada de consciência sobre o próprio processo de pensar, o que fundamenta a proposta de intervenção apresentada a seguir.

3.5 A Proposta de Intervenção

A SEI foi estruturada com elevado grau de abertura, criando condições para que os licenciandos tivessem maior autonomia na condução das etapas investigativas e na tomada de decisões. Essa organização metodológica está alinhada à perspectiva de Baird e Mitchell (1987), para quem a promoção de práticas metacognitivas requer situações que estimulem o planejamento, o monitoramento e a avaliação das próprias ações. Do mesmo modo, Rosa (2014) destaca que a explicitação de estratégias metacognitivas contribui para que o aprendiz tome consciência de seu modo de pensar e aprender.

No contexto desta pesquisa, é necessário extrapolar a aprendizagem dos conteúdos específicos, pois os licenciandos, além de compreenderem os conceitos específicos, precisam refletir sobre como esses conhecimentos poderão ser ensinados, levando em consideração toda a complexidade social e cultural.

Durante a realização da SEI pelos licenciandos, foram propostas perguntas orais de caráter metacognitivo (Quadro 15). No segundo questionário o objetivo da intervenção também foi apresentado de forma clara, uma vez que nele os licenciandos foram diretamente instigados a refletir sobre seus comportamentos e processos metacognitivos.

Rosa (2014) apresenta no Quadro 4 um guia metacognitivo composto por exemplos de perguntas voltadas à promoção da autorreflexão e da autorregulação da aprendizagem, organizado em dois grandes blocos: “Conhecimento sobre o conhecimento” (pessoa, tarefa e estratégia) e “Controle executivo e autorregulador” (planejamento, monitoração e avaliação). Inspirada nessa estrutura, a presente pesquisa elaborou uma tabela de questões metacognitivas direcionadas especificamente aos licenciandos, aplicada no contexto das atividades experimentais da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Diferentemente do quadro de Rosa, que foi concebido de forma geral para apoiar a prática docente, a adaptação realizada

neste trabalho buscou contemplar a perspectiva dupla dos participantes, considerando-os simultaneamente como alunos em processo de formação e como futuros professores em preparação para a prática pedagógica.

Souza e Mascarenhas (2023) afirmam que a formação de professores na perspectiva da metacognição se fundamenta em duas diretrizes essenciais, sintetizadas nas expressões “ensinar para aprender a aprender” e “aprender a aprender para aprender a ensinar”. A primeira enfatiza que todo processo de ensino deve estar orientado para promover autonomia intelectual, de modo que o estudante desenvolva a capacidade de aprender de forma contínua e autorregulada. Já a segunda destaca que essa proposta só é viável quando o próprio professor exerce um olhar reflexivo sobre sua aprendizagem, compreendendo como aprende para, então, mediar aprendizagens de forma consciente e intencional. Como afirmam os autores, não é possível ensinar alguém a aprender se o professor não vivencia esse processo em sua própria formação (Souza; Mascarenhas, 2023).

Com base na releitura proposta para a SEI e visando à promoção da metacognição dos licenciandos em Química, elaboramos um guia de questões que incentivam a reflexão crítica sobre aprender a aprender e aprender a ensinar (Quadro 15).

Quadro 15 – Guia Metacognitivo para Experimentação Científica Investigativa com alto grau de abertura na Formação de Professores. Perguntas metacognitivas relativas ao sujeito-aluno e ao sujeito-professor

Elementos Metacognitivos	Sujeito	Exemplos de Perguntas Metacognitivas com Ênfase em Experimentação Investigativa
Conhecimento sobre o Conhecimento		
Pessoa	Aluno	Já observei este fenômeno antes? Vi sentido na atividade experimental? Já realizei algo parecido? Tenho familiaridade com este tipo de experimento fora do laboratório acadêmico? Sei utilizar os reagentes e aparatos? Conheço as questões de segurança? Sei explicar o fenômeno envolvido utilizando conteúdos específicos? Quais são minhas dificuldades? Gostei de fazer a atividade? Conseguiria relacionar este experimento com as aulas experimentais realizadas na minha formação?
	Professor	Faria a atividade com meus alunos? Como professor, vi sentido na atividade? Acredita que a atividade da forma que foi conduzida que faria sentido para os alunos? Levaria em consideração a importância social do tema durante a aula? Viu possíveis formas de contextualização em diferentes realidades? Utilizaria

		os reagentes e aparatos fornecidos em uma aula sobre a mesma temática? Saberá ensinar meus futuros alunos a manipular os materiais? Saberá colocar as questões de segurança em prática na realidade escolar? Enfatizaria a importância de conteúdos atitudinais nessa atividade prática?
Tarefa	Aluno	Entendi a pergunta inicial (problemática)? Sou capaz de responder à questão norteadora com a experiência? Refleti se foi necessário utilizar todos os itens fornecidos para experiência? Refleti se poderia substituir algum item da experiência? Consigo relacionar este experimento a conteúdos já estudados? Sei identificar quais conceitos científicos estão sendo testados? Me preocupei com o descarte dos resíduos?
	Professor	Consigo realizar a transposição didática dentro da realidade social e cultural? Compreendi o objetivo do experimento como estratégia de ensino? Consigo pensar em relações interdisciplinares? Reconheço a importância deste experimento para meus futuros alunos? Pensei em como poderia incluir os alunos atípicos? Vou ensinar como podemos reutilizar os materiais? Me planejei para ensinar sobre o descarte correto dos resíduos?
Estratégia	Aluno	Quais fontes vou utilizar para preparar a aula? Sou familiarizado com as fontes de pesquisa? Já as utilizei outras atividades realizadas na minha formação? Sei como fazer o procedimento sem roteiro? Conheço diferentes formas de conduzir o mesmo experimento? As quantidades de materiais e reagentes serão suficientes para refazer a experiência se for preciso?
	Professor	Consigo propor adaptações para outro contexto escolar? Consigo visualizar o uso de outras metodologias de ensino dentro da temática? Pensei em diferentes forma de contextualizar e problematizar a atividade? Sei como garantir segurança dos meus futuros alunos durante a execução? Descartaria ou substituiria algum material ou reagente? Pensei na possibilidade de usar tecnologias na aula? Pensei na possibilidade de realização da atividade fora da escola? Consigo propor situações para que a família participe?
Controle Executivo e Autorregulador		
Planificação	Aluno	Irei começar a atividade pela prática? Irei fazer revisão de conteúdos? Fiz planejamento de tempo? Me preocupei em fazer um roteiro para fornecer aos meus alunos? Dividi a experiência em etapas? Planejei o tempo gasto para realizar a atividade dependendo da abertura? Quais materiais são essenciais e quais podem ser substituídos? Pensei em como vou registrar as observações dos fenômenos?

	Professor	Como vou apresentar a atividade? A atividade prática será realizada em grupos colaborativos? Quais espaços e recursos estão disponíveis? Pensei em propor diferentes níveis de abertura como estratégia de inclusão? Planejei o tempo gasto para realizar a atividade dependendo da abertura? Me preocupei se meus alunos futuros irão conseguir executar este experimento sozinhos? Como vou registrar as observações no caso de avaliação continuada? Como os alunos irão registrar as observações?
	Aluno	(Senti falta do roteiro experimental, como? Pensou na possibilidades de erros e imprevistos? Pensei em uma alternativa de fazer a experiência? Pensei nas questões sustentabilidade? Os resultados estão de acordo com o esperado?
Monitoração	Professor	Levei em consideração o interesse dos alunos? A contextualização deu o sentimento de pertencimento aos alunos? De que forma meus alunos irão associar os conteúdos conceituais? Como meus alunos irão compreender o propósito social da atividade? Como irei estimular a curiosidade e a reflexão dos alunos durante a execução dessa atividade? Os alunos terão abertura ou momento para perguntar sobre a atividade e conceitos?
	Aluno	O experimento respondeu à questão inicial de maneira clara? O resultado confirmou minha hipótese ou previsão? Sinto que aprendi sobre os conceitos específicos envolvidos na atividade? Pensei em possíveis mudanças para melhorar ou completar a atividade? Me preparei para aprender com possíveis erros? Pensei que poderia estar utilizando de fontes não confiáveis? Como relacionar os resultados obtidos com situações reais ou outros conteúdos científicos?
Avaliação	Professor	Conseguiria realizar essa atividade com meus futuros alunos? O experimento quando aplicado aos futuros alunos será realizado para provar teorias? Como irei avaliar esse tipo de atividade prática? Conseguiria associar os conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais nessa atividade prática? Me preparei para ensinar com os erros? Os alunos poderão propor outras formas de ensino? Em que outros contextos o aprendizado dos meus alunos poderá ser aplicado?
	Aluno	

O quadro apresenta exemplos de questões metacognitivas dirigidas aos licenciandos, as quais podem ser mobilizadas tanto na perspectiva de alunos quanto de professores durante atividades de experimentação investigativa. O objetivo é favorecer a reflexão crítica, a autorregulação e a consciência sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Esses questionamentos foram propostos no decorrer das atividades experimentais da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), de modo a estimular não apenas a análise conceitual e procedimental, mas também a reflexão sobre o duplo papel ocupado pelos licenciandos: ora como estudantes em processo de formação, ora como futuros docentes em preparação para a prática pedagógica. Dessa forma, explicitamente, as perguntas funcionaram como um convite ao deslocamento de perspectiva, levando os participantes a se reconhecerem simultaneamente como aprendizes e como professores em formação, refletindo criticamente sobre os desafios, os sentidos e as possibilidades da experimentação no ensino de Ciências.

A intervenção proposta teve como objetivo mobilizar reflexões significativas por parte dos participantes da pesquisa, estimulando-os a se apropriarem do próprio processo de aprendizagem. Inicialmente, é fundamental que o licenciando desenvolva a capacidade de refletir criticamente sobre sua própria trajetória formativa. Somente a partir dessa autorreflexão é que ele poderá, em um segundo momento, aplicar tais compreensões em sua futura prática docente. Em outras palavras, se o futuro professor não desenvolver uma postura metacognitiva em relação à sua própria aprendizagem, dificilmente conseguirá estimular tal atitude em seus alunos.

3.6 Instrumentos e referenciais utilizados para a análise de dados

A metodologia de análise utilizada para tratamento dos dados obtidos na pesquisa foi a de Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011). A autora afirma que esse tipo de análise nada mais é do que tratar informações adquiridas a partir de mensagens, podendo ser uma análise dos “significados” (classificada como temática), ou dos significantes (análise dos procedimentos).

A técnica de análise de conteúdo é composta por três grandes etapas, sendo elas: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados e a interpretação. Bardin (2011) define a primeira etapa como uma fase de organização,

podendo se utilizar procedimentos diversos como: leitura flutuante, apontamento de objetivos, hipóteses e elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação.

A segunda etapa consiste na codificação dos dados a partir de unidades de registro, seguida da última etapa, onde se faz a categorização, ou seja, consiste na classificação de elementos, segundo suas semelhanças e por diferenciação, com posterior reagrupamento, em função de características comuns (Bardin, 2011).

A segunda etapa corresponde à codificação dos dados com base nas unidades de registro, chamada nessa pesquisa de “Exemplos de menções” que originaram o que chamamos de “Unidades de Sentido”. Em seguida, realiza-se a terceira e última etapa, a categorização, que envolve a classificação dos elementos por semelhança e diferenciação, seguida do reagrupamento desses elementos conforme características comuns (Bardin, 2011). As unidades de sentido desta pesquisa foram agrupadas em “Subcategorias” e em seguida em “Categorias”.

Finalmente, na terceira etapa ocorre o tratamento dos resultados, inferência e interpretação, é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica, culminando nas interpretações inferenciais.

Segundo Bardin (2011), a análise de conteúdo “é um método muito empírico, dependente do tipo de “fala” a que se dedica e do tipo de interpretação que se pretende como objetivo” (Bardin, 2011, p. 36), porém nos ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum, conduzindo a descrições do tipo qualitativas (Moraes, 2003). A matéria prima desse tipo de análise pode ser qualquer tipo de material oriundo da comunicação, seja ele verbal ou não verbal, como, por exemplo: relatórios, questionários, entrevistas, vídeos, até mesmo desenhos, entre outros.

Dessa forma, quando recebemos dados a serem analisados, eles chegam até nós de forma “crua”, necessitando serem processados a fim de facilitar a interpretação e compreensão deles, o qual se considera um dos principais objetivos desse tipo de análise. Henry e Moscovici (1968 apud Bardin, 2011), dizem que “tudo o que é dito ou escrito é suscetível de ser submetido a uma análise de conteúdo”.

Um ponto importante a ser destacado dentro da análise de conteúdo, é de que uma mensagem pode ser interpretada de diversas formas diferentes, dependendo do que se quer analisar a partir da mesma. Em sua vertente qualitativa, a análise de conteúdo parte de vários pressupostos, os quais, ao analisarmos um texto, servem de suporte para captar seu sentido simbólico, contudo, esse texto pode ter diferentes

significados, pois o sentido nem sempre é manifesto, podendo ser focado em função de diferentes perspectivas. Os sentidos de um texto podem variar: podem coincidir com a intenção do autor, diferir conforme cada leitor, ser interpretados de formas diversas por diferentes leitores ou até conter significados que o autor desconhece (Moraes, 2003).

A análise categorial é o tipo de análise mais antiga e na prática a mais utilizada, e para Bardin (2011, p. 201), “funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos”, podendo ser temática, e construindo as categorias conforme os temas que emergem do texto.

Dessa forma, analisaremos os questionários, planos de aulas e entrevistas e obtidos. A análise de conteúdo foi realizada com base nas respostas escritas do questionário 1 composto por 14 questões (Apêndice B), no texto escrito do plano de aula (Apêndice 3), nas respostas online do Questionário 2 contendo 12 questões e nas entrevistas semiestruturadas realizadas com quatro discentes (Apêndice F) e uma docente (Apêndice G). As categorias analíticas emergiram a partir desse referencial, ou seja, a posteriori, orientando a interpretação dos dados à luz das habilidades metacognitivas mobilizadas pelos participantes durante a implementação da SEI.

Os 22 licenciandos foram organizados e identificados como L1 a L22. A docente foi identificada como D1. O Plano de Aula como PA, os questionários como Q1 e Q2 e as entrevistas como E1 e E2. Desta forma, responderam o primeiro questionário (Q1) e o plano de aula PA os 22 licenciandos (L1 a L22). O segundo questionário (Q2) foi respondido por oito licenciandos (L1 a L8). As entrevistas foram realizadas com quatro licenciandos L1 a L4. Desta forma, as menções foram identificadas, como exemplo L1Q2 significa menção do licenciando 1 no questionário 2.

Segundo Bardin (2011) classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros, e o que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles. Para classificação das categorias e subcategorias estabelecidas a posterior, iremos utilizar os constructos advindos dos referências teóricos do ensino de ciências por investigação e da metacognição, norteadores desta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Retomando a questão que orienta esta investigação, que busca compreender de que maneira licenciandos em Química, em processo de formação inicial, ao serem submetidos a sequências de ensino investigativas, manifestam reflexões metacognitivas acerca do seu próprio processo formativo, esta seção apresenta e analisa os resultados obtidos ao longo da pesquisa.

A partir dos dados produzidos, buscou-se evidenciar como os participantes mobilizam processos metacognitivos, tais como o planejamento, o monitoramento e a avaliação de suas próprias aprendizagens, incluindo de ciência, especialmente no contexto de propostas investigativas de ensino.

Dentro do ensino investigativo, essa a SEI organiza o ensino em etapas estruturadas como problematização, levantamento de hipóteses, experimentação, análise e sistematização, oferecendo um espaço privilegiado para a integração entre aprendizagem de conteúdos específicos, investigação e reflexão (Carvalho, 2013; Magalhães; Zuliani, 2020). Os instrumentos de coleta de dados foram elaborados com base em referenciais teóricos presentes neste estudo.

Ressaltamos que o nível 4, apresentado no Quadro 12, aproxima-se do que Suart e Marcondes (2009) descrevem para atividades investigativas de alto grau de abertura, nas quais os estudantes planejam, executam e analisam seus próprios experimentos, mobilizando habilidades cognitivas de ordem superior. Conforme discutem as autoras, o desenvolvimento de hipóteses, a análise de variáveis e a argumentação colaborativa são características centrais de práticas investigativas abertas, elementos que se articulam diretamente com o Nível 4 proposto por Baird e Mitchel (1987).

A SEI aplicada intitulada *A História de uma Vela* (apêndice E), foi elaborada com intencionalidade de propor um alto grau de abertura de acordo com Munford e Lima, (2007) e fundamentada em Carvalho (2013) e Suart e Marcondes (2009), caracterizado por propostas investigativas que convidaram os licenciandos a formular hipóteses, levantar questionamentos e testar explicações ao longo de diversas situações experimentais. As atividades foram contextualizadas historicamente, incorporando referências à história da ciência e a pesquisadores como Michael Faraday, Lavoisier e Priestley, evidenciando a construção do conhecimento científico sobre combustão, gases e conservação de massa.

Além disso, combinaram vivências práticas e demonstrativas, com experiências realizadas tanto pelos alunos em grupos quanto pelo professor, promovendo observação direta de fenômenos e discussão coletiva dos resultados. Esse conjunto de estratégias favoreceu o desenvolvimento da reflexão crítica, da autonomia investigativa e do entendimento conceitual articulado à história da ciência.

As categorias apresentadas abaixo foram oriundas das análises de conteúdo realizada com base nas respostas escritas dos questionários, plano de aula e entrevistas. As categorias analíticas emergiram a partir desse referencial, ou seja, a posteriori, orientando a interpretação dos dados à luz das habilidades metacognitivas mobilizadas pelos participantes durante a implementação das SEI.

4.1 As dez categorias obtidas

Os quadros a seguir apresentam a sistematização das categorias obtidas na análise, contemplando menções escritas (questionários e planos de aula) e transcritas (entrevistas), suas respectivas unidades de sentido e as subcategorias atribuídas. Essa organização possibilita compreender os principais padrões e significados emergentes das respostas, permitindo uma leitura mais aprofundada dos dados e respeitando a complexidade e a diversidade das experiências relatadas.

O objetivo foi identificar percepções, experiências e desafios relacionados à realização de atividades experimentais no contexto e percurso da formação docente e sua associação com os processos metacognitivos. A análise resultou na organização das categorias temáticas, construídas a partir da recorrência de unidades de sentido expressas pelos licenciandos em Química em fase inicial de formação participantes desta pesquisa.

A primeira categoria identificada na pesquisa e apresentada no quadro, denominada *O Planejamento no Modelo Tradicional*, emergiu principalmente a partir da análise inicial do plano de aula elaborado pelos licenciandos em conjunto com as respostas ao primeiro questionário, revelando predominância de concepções tradicionais sobre a prática experimental, caracterizadas pela ênfase conteudista, pela utilização recorrente de roteiros pré-estabelecidos e por uma dicotomia entre teoria e prática.

Quadro 16 – Análise de conteúdo referente a primeira categoria “O Planejamento no Modelo Tradicional”

Categoria 1: O Planejamento no Modelo Tradicional		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L1PA: Identificar os métodos separação de mistura e os processos químicos do processo de tratamento de água. L4PA: Estudar os processos físicos e químicos, como coagulação, floculação, filtração e pH, aplicados no tratamento da água. L15PA: Compreender os processos físicos e químicos do tratamento de água, como coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção do pH.	Destaque conteudista	Ênfase em conceitos específicos
L4Q1: Às vezes não leio antes e acabo indo direto perguntar. Mas sei que deveria consultar antes. Geralmente tem tudo escrito lá (sobre o roteiro). L6Q1: Sim, gosto de resolver as dúvidas primeiro com o roteiro. Só pergunto se não achar a resposta lá. L17Q1: Na maioria das vezes, não leio antes. Vou direto no roteiro quando surge a dúvida.	Respostas previamente fornecidas	Atividades com pouca abertura
L18PA: O modo de fazer será explicado na lousa. L1Q2: Montar um roteiro para o desenvolvimento da experiência. L3Q2: Sempre seguimos roteiro, sem levantamento de hipóteses. L12Q2: Não tenho dificuldade, porque sempre sigo o roteiro.	Roteiros pré-estabelecidos	
D1E2: O modelo é o mesmo há 20 anos... as aulas continuam do mesmo jeito, apesar das mudanças no mundo. L5E1: Faltam disciplinas que não separem teoria da prática... isso faz muita falta. L2Q2: Acabei focando mais em executar as etapas básicas, assim como são as aulas experimentais. L7Q2: Fiz como sempre estou acostumado nas aulas de laboratório.	Resistência à Inovação Didática	Dicotomia entre teoria e prática

L3Q2: Fiz algo semelhante apenas em uma visita técnica a uma estação de tratamento, mas nunca em uma atividade experimental específica para água no contexto escolar.	Visitas técnicas descontextualizadas	Concepções tradicionais
L8PA: A última etapa será a realização da experiência. L14PA: Na terceira aula será entregue o kit para realização da experiência em grupo. L15PA: Para finalizar será realizado experimento de forma correta considerando toda discussão com aluno e corrigido para que percebam como realmente ocorre o tratamento de água.	Experimentos para comprovar teorias	
L19PA: Os alunos serão levados até o laboratório e depois divididos em grupos. L20PA: A atividade experimental será realizada em laboratório.	Necessidade de laboratório	

Fonte: Autoria Própria

A formação de professores de Química no Brasil ainda carrega tensões estruturais profundas, uma vez que, embora os cursos de licenciatura sejam regulamentados para priorizar a docência, permanece a herança de um modelo tecnicista que enfatiza o domínio dos conteúdos específicos em detrimento das dimensões pedagógicas, produzindo fragilidades na constituição da identidade docente e, muitas vezes, conduzindo àquilo que Silva, Bravo e Carneiro (2022) denominam de “indiligência pedagógica”, isto é, a negligência da preparação para o exercício crítico e reflexivo da prática de ensinar. Apesar de avanços curriculares, as disciplinas pedagógicas ainda são frequentemente percebidas como secundárias na formação do professor de Química, o que reforça a dicotomia entre bacharelado e licenciatura (Santos; Lima; Giroto, 2020). Assim, destacamos Sá e Santos (2017, p. 323):

[...] que os formadores, trabalhando em um curso de licenciatura em química, sobrevalorizam suas áreas/campos de formação específicos e procurem, utilitariamente, por meio de suas práticas e discursos, arregimentar o máximo de licenciandos para se profissionalizar como químicos, desqualificando a formação para o ensino de química na educação básica.

A maioria dos alunos relataram que compreenderam claramente a proposta da atividade, destacando a contribuição prática dos experimentos para consolidar os

conceitos relacionados ao tratamento da água, embora alguns tenham sinalizado dúvidas pontuais no decorrer do desenvolvimento do plano de aula.

Muitos alunos mencionaram, em seus planos, que as atividades deveriam estar alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual propõe o desenvolvimento de competências e habilidades voltadas para a formação cidadã, crítica e investigativa dos alunos (Brasil, 2018). Além disso, diversos participantes citaram o documento oficial em suas referências.

No desenvolvimento do tema do Plano de Aula, poucos alunos optaram por utilizar perguntas norteadoras como tema, como por exemplo “Você sabe como funciona uma estação de tratamento de água (ETA)?”. Na maioria dos casos, o tema foi apenas “Tratamento de água”, ou seja, de forma direta, sem problematização, superficial e sem aprofundamento. Além disso, houve planos em que os alunos sequer utilizaram qualquer questão como elemento norteador durante as aulas. Alguns grupos propuseram questões para mobilização dos conhecimentos prévios.

Segundo Solino e Gehlen (2015), essas perguntas são fundamentais para a etapa da problematização, pois a problematização inicial, feita a partir de uma situação-problema, tem o papel de instigar os alunos, mobilizando seus conhecimentos prévios e despertando o interesse pela aprendizagem. O estudo discute as potencialidades da problematização freiriana no ensino de ciências e Física, evidenciando como a abordagem temática proposta por Paulo Freire pode ser articulada ao ensino por investigação, de modo a promover a construção coletiva do conhecimento, a valorização dos saberes prévios dos estudantes e a formação crítica e reflexiva.

As análises evidenciaram a predominância de práticas tradicionais e conteudistas nas disciplinas experimentais vivenciadas pelos licenciandos. Nelas os planos de aula priorizaram apenas revisões teóricas, atividades de memorização, roteiros práticos pré-estabelecidos do tipo “receita de bolo”, avaliações não formativas e descontextualizadas e uma visão da experimentação limitada à reprodução de procedimentos, refletindo uma prática pouco alinhada às aprendizagens ativas e mais centrada na memorização e transmissão de conteúdos (Solino; Gehlen, 2015). Destacamos as menções da subcategoria “Atividades com pouca abertura” oriunda da unidade de sentido intitulada “Roteiros pré-estabelecidos”.

L3Q2: *“Sempre seguimos roteiro, sem levantamento de hipóteses”.*

L12Q2: “Não tenho dificuldade, porque sempre sigo o roteiro”.

Marandino (2003) alerta sobre os prejuízos do modelo tradicional por ser transmissivo e centrado no professor, tratando o aluno como receptor passivo de conteúdos prontos e descontextualizados. Esse modelo fragmenta o conhecimento, desvaloriza saberes prévios, reforça a memorização mecânica e dificulta a articulação entre teoria e prática. Além disso, limita a autonomia e a reflexão crítica dos futuros professores, mantendo práticas conservadoras e pouco abertas à problematização e à investigação.

Parece haver uma situação estática quanto ao ensino tradicional, pois o que podemos dizer é que ao longo dos anos não ocorreram mudanças significativas, tendo principalmente o foco em iniciativas isoladas. O que de certa forma pode ser considerado um atraso, quando pensamos nas reais necessidades e nos desafios que o novo século tem imposto ao cidadão” (Veiga, et al., 2018, p.3).

Desta maneira, não é estranho encontrar repetições na forma de transmitir o conhecimento, uma vez que muitos licenciandos tendem a reproduzir, de maneira habitual, o mesmo modelo com que foram ensinados. As análises dos planos de aula evidenciaram que os licenciandos preferiam cobrar a execução do experimento no meio ou no final da sequência de aulas. Nenhuma das propostas analisadas propôs o início das aulas pelo experimento. Porém, vale a pena ressaltar que no ensino de ciências, o momento de realização do experimento não é fator determinante, uma vez que sua função não se limita à comprovação de teorias, podendo ser realizado antes, durante ou após a abordagem teórica, de acordo com os objetivos e a intencionalidade pedagógica (Sasseron; Briccia; Carvalho, 2013).

Segundo Carvalho (2013), o experimento não deve ser visto apenas como uma atividade de comprovação, mas como um recurso pedagógico que, dependendo da intencionalidade do professor, pode ser utilizado para explorar, problematizar, construir ou aplicar conhecimentos. Observa-se de maneira geral uma resistência docente decorrente do tradicionalismo que mantém grande parte da comunidade universitária em uma “zona de conforto”. Como destaca Porlán (2018, p. 8), diante das dificuldades enfrentadas em sala de aula, os professores “*para não perder o controle da turma e, em breve, superar sua frustração, acabam assumindo que as teorias modernas são irrealizáveis e, com o tempo, acabam repensando como agem e não agindo como pensavam, completando e reforçando o ciclo reprodutivo*”.

A seguir, a Categoria 2 evidencia os diferentes sentidos, expectativas e críticas atribuídos pelos participantes às atividades experimentais vivenciadas ao longo de sua formação.

Quadro 17 – Análise de conteúdo referente a segunda categoria “As Percepções dos Licenciandos sobre a Atividades Experimentais”

Categoria 2: As Percepções dos Licenciandos sobre Atividades Experimentais		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L3E1: Especialmente nas aulas práticas. É nelas que sinto que de fato aprendi algo. L4E1: Se a aula teve um bom experimento, aí sim consigo ver sentido no que foi feito.	Significado aos conteúdos específicos	Valorização da Experimentação
L1Q2: Quando participo ativamente, entendo melhor e me envolvo mais com o conteúdo. L5Q1: Quando a aula é prática, consigo manter o foco e aproveitar melhor o que está sendo ensinado. L1E1: É a parte mais legal da química. Me sinto mais motivado nessas aulas. L2E1: As aulas práticas são mais leves e divertidas. Sim. Aulas experimentais despertam minha curiosidade. L4E1: O aluno precisa descobrir o que está acontecendo, isso aguça a curiosidade.	Interesse e motivação	
L13Q1: A prática me ajuda a entender o conteúdo de forma mais clara. L19Q1: Acredito que a prática é essencial para fixar o conteúdo. L16Q1: Acho que consigo aprender com mais facilidade quando estou envolvido em atividades práticas. L3Q6: Quando a aula teórica está bem articulada com a prática, tudo fica mais claro.	Facilita a aprendizagem de conceitos	
L2E1: Não consigo ver como esses experimentos seriam úteis na sala de aula quando eu for professora. L9Q1: As práticas parecem feitas apenas para cumprir a carga horária, sem conexão com o que vivenciaremos como professores.	Falta de aplicabilidade	Falta de conexão com a docência
L15Q1: As práticas parecem distantes da minha realidade como futura professora da educação básica. L1E1: Falta contextualização com situações reais que encontraremos nas salas de aula.	Distância da realidade escolar	

L2E1: As práticas parecem ser pensadas para laboratórios que não existem na maioria das escolas em que vamos atuar. L3E1: Os experimentos não têm conexão com o dia a dia dos alunos que iremos ensinar. L7Q2: Não vejo ligação com o que encontrarei em sala de aula, principalmente na educação básica pública.		
L21Q1: Muitas vezes os relatórios não são corrigidos, não há feedback. Isso desmotiva. L3Q1: Na verdade acho que eles também só uma olhada nos relatórios, eles não têm tempo também não devem ter interesse em corrigir.	Falta de devolutivas	Ausência de Contratos Didáticos
L2E1: Gosto de história, ela ajuda a contextualizar. Mas os professores não usam isso nas aulas. L3E1: As aulas práticas são sem contextualização social, cultural. L3E1: Parece tudo muito técnico, pouco pedagógico. L3Q1: O foco deveria ser mais em como ensinar esse conteúdo, não só em executar.	Foco técnico e pouco pedagógico	Falta de relação com outros contextos
L1E1: Sinceramente, na hora só penso em ir embora. O cansaço atrapalha qualquer reflexão. L2E1: Fico cansada e acabo não parando para pensar no que aprendi. L2Q1: Estou tão cansado que não consigo avaliar se aprendi ou não. L13Q1: Depois de uma aula prática a gente não consegue pensar em nada. L15Q1: Me sinto cansado e sem energia no fim do dia para estudar algo novo. L18Q1: O tempo é curto e me sinto esgotado com tantas tarefas.	Cansaço relacionado com a repetição automática	Limitações físicas

Fonte: Autoria Própria

O quadro apresenta uma síntese das percepções dos estudantes sobre o sentido atribuído às aulas experimentais. As unidades de sentido extraídas das falas foram organizadas em subcategorias que revelam tanto os aspectos valorizados na experimentação, como foco, motivação e contribuição para a aprendizagem de conteúdos específicos, quanto as limitações percebidas, especialmente no que se refere à falta de aplicabilidade prática e à distância entre as propostas experimentais e a realidade da docência na educação básica. Esses dados permitem refletir criticamente sobre o planejamento das aulas práticas e sua articulação com a

formação docente, destacando a importância de experimentais intencionais, contextualizadas e conectadas à futura atuação profissional dos licenciandos.

Neste sentido, dos 22 estudantes que responderam, 21 demonstraram interesse claro pelas aulas experimentais, destacando que se sentem mais motivados, compreendem melhor o conteúdo e apreciam o formato mais dinâmico e envolvente. Apenas um licenciando relatou não gostar tanto ou ter dificuldades com aulas experimentais, mencionando preferências por estudo individual e dificuldade em trabalhar em grupo.

Das respostas analisadas sobre o sentido das aulas experimentais, a maioria dos licenciandos afirmaram ver sentido claro nas atividades práticas, ressaltando que elas ajudam na compreensão, fixação e ligação entre teoria e prática. Alguns relataram falta de conexão com a realidade docente, apontando falta de contextualização com o cotidiano escolar, estrutura precária nas escolas públicas e pouco aproveitamento das práticas em sua futura atuação como professores.

Essa constatação reflete uma crítica recorrente presente na literatura do ensino de ciências, que aponta que as práticas experimentais na formação de professores frequentemente se limitam a atividades práticas, sem caráter investigativo ou problematizador. Gonçalves e Goi (2025) realizaram uma revisão de literatura que evidencia como a experimentação investigativa tem se consolidado na formação de professores de ciências, ao promover práticas pedagógicas que favorecem o protagonismo estudantil, o desenvolvimento do pensamento crítico e a construção ativa do conhecimento.

A subcategoria intitulada *Ausência de Contratos Didáticos* evidencia uma dinâmica marcada pela superficialidade das interações pedagógicas. Trata-se daquela velha história em que o professor finge que ensina e o aluno finge que aprende. Nesse sentido, pode-se transpor essa lógica para o ensino experimental: “o professor finge que cobra o relatório e o aluno finge que faz”. A falta de devolutivas por parte dos docentes também se configura como um problema que impacta diretamente a construção de saberes pedagógicos, como apontou o licenciando: “Muitas vezes os relatórios não são corrigidos, não há feedback. Isso desmotiva”.

A figura traz registros dos alunos realizando as atividades práticas durante a elaboração do plano de ensino. Os estudantes manipulam materiais, preparam soluções e documentam os procedimentos, desenvolvendo habilidades práticas e reflexivas essenciais para a formação docente.

Figura 9 – Registro do processo de realização dos testes experimentais durante a elaboração do plano de aula



Fonte: Arquivo pessoal (2025)

Os licenciandos demonstraram ter mais interesse pelo conteúdo experimental do que pela atividade de planejamento, possivelmente porque, naquele momento, o experimento representava uma novidade, considerando que, na realidade do curso noturno, muitos já se sentiam cansados de repetir atividades e elaborar os corriqueiros planos de aula apenas no papel. Dessa forma, destaco relatos mencionados durante a elaboração do plano de aula, nos quais foi possível perceber que, até então, os licenciandos só haviam realizado experimentos em um laboratório didático e nunca em uma sala de aula e muito provavelmente essa forma de ensino experimental será a realidade transmitida, quando iniciarem a profissão docente.

Percebe-se a falta de associação das atividades com a realidade profissional e a ausência de sensação de “pertencimento” ao contexto da futura prática docente. Biazus (2021), em sua tese, reforça que o pensamento metacognitivo diferencia estudantes que apresentam facilidade daqueles que enfrentam dificuldades, especialmente no ensino de Física. Ao analisar uma intervenção didática, a autora identificou que o uso de estratégias metacognitivas promoveu maior consciência dos

conhecimentos dos alunos e maior capacidade de autorregulação nas atividades escolares.

Em relação aos conteúdos de metacognição, observa-se que os autores do Projeto PEEL não exploram com profundidade esses aspectos, ou seja, considerando preferências de aprendizagem e as explorando como recurso para ensinar. Respostas como essas reforçam a influência direta das emoções e vivências individuais no engajamento com o conteúdo.

Em contraste, Rosa (2014) propõe em uma abordagem mais sensível e integrada, destacando a importância de considerar as dimensões emocionais e pessoais no processo de aprender, defendendo que a metacognição vai além do planejamento e controle cognitivo, envolvendo também a autorreflexão sobre como se sente e se posiciona diante da aprendizagem.

Tais menções sugerem como os sentimentos, as preferências e os desafios pessoais fazem parte da construção do conhecimento e precisam ser reconhecidos no planejamento pedagógico.

A categoria apresentada acima evidencia que o modelo tradicional de ensino nas instituições ainda se configura como uma prática resistente e persistente, principalmente pelo fato de que a maioria das disciplinas experimentais do curso é voltada à formação técnica, com ênfase no bacharelado, sendo que muitos professores nem sequer são licenciados. A presença de professores universitários que atuam na formação inicial de docentes em ciências, mas que não possuem licenciatura ou vivência profissional na educação básica, constitui uma das fragilidades apontadas por diversos autores na literatura especializada, como descrito por Silva e Santos Gomes (2023) em seu artigo recente intitulado “Químicos bacharéis que formam professores na Licenciatura em Química: saberes, práticas e concepções docentes”. Essa realidade se relaciona a uma concepção de formação docente historicamente marcada pela fragmentação entre o domínio dos conteúdos específicos e a construção das competências pedagógicas.

Segundo Pimenta e Anastasiou (2010), é recorrente que professores do ensino superior tenham trajetórias eminentemente disciplinares, formadas exclusivamente no bacharelado ou na pós-graduação acadêmica, sem preparo sistemático para a docência e para a compreensão dos desafios que caracterizam o trabalho educativo na escola básica. A última categoria desta pesquisa, intitulada “Os Caminhos Formativos em Química”, discute de maneira mais aprofundada este aspecto.

Esses dados apontam para a necessidade de um ensino de ciências que considere a dimensão metacognitiva de forma ampla, promovendo espaços de escuta e reflexão sobre o próprio aprender, e não apenas sobre o domínio de conteúdos. Assim como propõe Rosa (2014), pensar a aprendizagem sob essa ótica amplia o olhar docente para além do desempenho acadêmico, valorizando o percurso formativo de cada estudante em sua singularidade.

Neste contexto não é de espantar que a maioria dos licenciandos, mais de 90%, afirmaram não realizar a leitura dos roteiros antes das aulas experimentais, apontando como principais motivos o cansaço físico e sono.

Relataram que, ao final das aulas, sentem-se cansados e não conseguem refletir imediatamente sobre o que foi aprendido, priorizando apenas encerrar a atividade e ir embora. As menções da unidade de sentido Cansaço relacionado com a repetição automática, sugere desmotivação. Temos que levar em consideração que os licenciandos são do período noturno, onde muitos além de trabalhar o dia todo, não residem na cidade da Universidade.

As pesquisas indicam que os licenciandos do período noturno enfrentam uma configuração de ensino superior que não leva em conta seu perfil e necessidades: jornada dupla, cansaço, infraestrutura limitada e falta de contextualização metodológica resultam em desafios adicionais à formação. Isso sugere a necessidade de estratégias específicas para esses alunos, adaptando conteúdos, metodologias e suporte institucional para equilibrar equidade e qualidade na formação docente em ciências (Santos et al., 2019).

Discutindo sobre os fatores que dificultam a realização de tarefas preparatórias, como a leitura prévia dos roteiros experimentais, as subcategorias evidenciam desde obstáculos estruturais e pessoais, como falta de tempo, desmotivação e cansaço, até críticas ao formato das atividades, apontando a necessidade de maior contextualização pedagógica e de estratégias que favoreçam o engajamento ativo na formação docente.

Além disso, observa-se que aproximadamente metade dos licenciandos reconhecem uma relação entre as atividades práticas e os conteúdos teóricos, destacando que os experimentos ajudam a compreender melhor os conceitos abstratos em química. No entanto, cerca de 30% apontam a distância entre as práticas de laboratório e a realidade da docência, afirmando que não veem aplicabilidade no contexto escolar.

A contextualização das atividades experimentais em ciências é fundamental para que os estudantes atribuam sentido ao que aprendem, conectando os conteúdos escolares às suas experiências e à realidade social, o que favorece a motivação, o pensamento crítico e a construção significativa do conhecimento (Hodson, 1993; Santos; Mortimer, 2002). Silva e Marcondes (2010) destacam que a forma como professores de Química concebe a contextualização influencia diretamente na elaboração de seus materiais didáticos, revelando diferentes compreensões sobre o papel do ensino contextualizado na construção do conhecimento e na aproximação entre os conteúdos científicos e a realidade dos estudantes.

As análises trouxeram que aproximadamente metade dos licenciandos demonstra ter uma ideia do que irá realizar na aula prática, seja pelo tema, pela sequência lógica do conteúdo ou por experiências anteriores. No entanto, apesar dessa potencialidade formativa, percebe-se um descompasso entre o que é proposto nas atividades experimentais da universidade e as demandas presente na carreira docente.

A maioria dos licenciandos relata dificuldades em associar as aulas práticas à futura atuação como professores, apontando que os experimentos realizados na universidade são frequentemente distantes da realidade das escolas públicas. Alguns alunos demonstraram o que me atrevo chamar de frustração, enquanto poucos conseguem visualizar adaptações possíveis, mostrando a necessidade de maior articulação entre a formação prática universitária e os contextos reais do ensino básico.

No contexto da formação docente e da prática pedagógica em Ciências, a atividade experimental é frequentemente apontada como elemento central para a construção de conhecimentos significativos. No entanto, diversos fatores ainda limitam sua efetiva implementação no cotidiano escolar. Catelan e Rinaldi (2018) destacam que os professores da escola investigada em sua pesquisa trabalham pouco com atividades experimentais e enfrentam diversas dificuldades estruturais e formativas. Entre os principais obstáculos mencionados estão: a ausência de planejamento adequado que contemple o tempo necessário para o desenvolvimento dos experimentos durante as aulas; a escassez de materiais e a inexistência de espaços apropriados para a realização dessas atividades; a falta de formação específica, tanto inicial quanto continuada, para a condução de práticas

experimentais; a ausência de um trabalho colaborativo entre os docentes; o excesso de alunos por turma; e o número reduzido de aulas de Ciências na grade curricular.

Com relação às propostas escritas até o momento nas duas categorias já descritas, apresentamos a terceira categoria, visando refletir sobre a percepção dos alunos quanto ao sentido das atividades experimentais, considerando aspectos como a relação entre teoria e prática, clareza dos objetivos, planejamento, previsibilidade, familiaridade com os temas, necessidade de revisão e avaliação, além do grau de reflexão despertado por essas experiências.

Quadro 18 – Análise de conteúdo referente a terceira categoria “O Sentido das Atividades Experimentais”

Categoria 3: O Sentido das Atividades Experimentais		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L1Q1: As práticas me ajudam a entender reações que antes pareciam abstratas. L15Q1: Sim, as experiências facilitam a visualização de processos que estudamos na teoria, por exemplo as práticas que envolvem titulação e cálculos estequiométricos. L21Q1: Quando há uma sequência lógica com a aula teórica, já venho com uma noção do que será feito.	A prática é necessária para compreender a teoria	Estratégias de aprendizagem
L3Q1: Me organizo melhor se dou uma lida antes (roteiro), mesmo que rápida. L17Q1: Levo impresso e costumo destacar o que acho mais importante para não me perder.	Leitura superficial	
L2Q1: Só sinto que aprendi algo quando estudo. Mas só estudo quando tem prova. L18Q1: Se não tiver prova eu não estudo, e só vou refletir se aprende se eu tiver prova porque eu acho que não aprendo muita coisa fazendo relatório.	Necessidade de revisão e avaliação	
L3Q1: Principalmente quando a atividade é continuação de algo iniciado anteriormente. L11Q1: Em algumas aulas consigo prever a atividade pelo tema, em outras fico um pouco perdido. L12Q1: Às vezes o título da aula ajuda, mas falta clareza sobre os objetivos específicos. L13Q1: Principalmente quando é uma prática comum da Química, como titulação ou reações conhecidas.	Previsibilidade pelo tema	Reconhecimento Prévio do Conteúdo

L18Q1: Normalmente o tema da aula já dá uma dica do que vamos fazer. L19Q1: Principalmente quando o tema é familiar ou já trabalhado em outra prática.		
L2Q2: Não costumo refletir na hora. Só percebo depois se realmente aprendi ou não, quando o experimento me ajuda em outras matérias teóricas. L3Q2: Não senti falta de materiais, na verdade nem pensei isso. L15Q1: Nunca passou pela minha cabeça mudar ou melhorar uma prática. L2E1: Nunca parei para pensar muito nisso (referente ao que aprendeu).	Ausência de Questionamento	Falta de Reflexão sobre a prática

Fonte: Autoria Própria

A análise apresentada no quadro 18 e suas respectivas subcategorias evidenciam que os alunos reconhecem o valor e o prazer da prática experimental como metodologia de aprendizagem além do papel motivador no ensino de Química. Entretanto, também revelam uma percepção de que a elaboração do plano de aula é uma tarefa burocrática, cansativa e desmotivadora. Segundo os licenciandos as atividades práticas tornam tudo mais leve e divertido e relataram que fazer plano de aula é “maçante e cansativo”.

Positivamente, muitas das menções descritas na quarta categoria evidenciam esforços na direção da adoção de aprendizagens ativas por parte dos licenciandos em seus planos de aula, com foco na contextualização de temas contemporâneos e na promoção de aprendizagens mais significativas.

O quadro 19 sintetiza a análise de conteúdo referente às menções dos participantes que evidenciam práticas alinhadas à formação ativa e contemporânea. As unidades de sentido revelam a utilização de questões provocativas para contextualização, abordagens que integram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 6 e 14 proposto pela Organização das Nações Unidas em 2015 (ONU), propostas de atividades investigativas, como pesquisas e desafios experimentais, além do uso de recursos como mapas mentais e nuvens de palavras.

Nesse sentido, ao inserir contextualizações atrativas, o Ensino de Química pode potencializar aprendizagens mais significativas, pois articulam os conhecimentos já construídos pelos estudantes com situações concretas e relevantes, ampliando seu

engajamento e compreensão crítica dos conteúdos. A contextualização no Ensino de Química é essencial para tornar os conteúdos mais próximos da realidade dos estudantes, favorecendo a construção de significados, o desenvolvimento da criticidade e o entendimento das implicações sociais, econômicas e ambientais dos conhecimentos químicos (Silva; Marcondes, 2010).

Desta forma, o Quadro 19 reúne a análise de conteúdo referente à quarta categoria A Contextualização Contemporânea, destacando exemplos de menções que evidenciam estratégias de ensino voltadas à promoção da sustentabilidade, à articulação com a Agenda 2030 e ao uso de aprendizagens ativas para aproximar os conteúdos de Química das realidades e desafios atuais. De forma positiva, muitos alunos atribuíram ênfase às questões sociais e ambientais em seus objetivos.

Quadro 19 – Análise de conteúdo referente a quarta categoria “A contextualização Contemporânea”

Categoria 4: A Contextualização Contemporânea		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L2PA: Qual a importância da água para você? L6PA: Qual a água pode ser bebida? L8PA: Relacionar os conteúdos sempre com a agenda 2030. L16PA: Primeira aula o que é agenda 2030? L20PA: Apresentação da Agência 2030 detalhando brevemente o que é e focando nos objetivos da agenda. L22PA: Refletir sobre sua importância para a preservação ambiental e o consumo consciente dos recursos hídricos.	Sustentabilidade	Contextualização e interdisciplinaridade
L1PA: Para próxima aula eu pediria para os alunos investigarem sobre qualquer filtragem caseira e sobre a importância da água. L14PA: Os alunos tinham que pesquisar que pensar em um método de tratamento experimental com ênfase em sustentabilidade.	Pesquisa	Aprendizagem ativa
L10PA: Construção de um mapa mental Será feita uma nuvem de palavras sobre água e questões ambientais L12PA: Nuvem de palavras com os processos físicos e químicos do tratamento da água.	Mapas Mentais e Nuvens de Palavras	

L19PA: Compreender, na prática, os processos básicos de tratamento de água, destacando sua importância para a saúde e o meio ambiente.	Desafio prático	
--	-----------------	--

Fonte: Autoria Própria

Atualmente, as questões de sustentabilidade têm tomado destaque devido aos diversos desastres ambientais vivenciados no Brasil, como o rompimento de barragens que provocaram contaminações químicas, os incêndios florestais que comprometeram a qualidade do ar e as enchentes que causaram impactos sociais e econômicos severos. Esses eventos evidenciam a urgência de repensar o consumo, a preservação dos recursos naturais e a necessidade de integrar temas ambientais de forma significativa no ensino de Química.

No caso específico da Química, a elaboração de um plano de aula deve considerar a linguagem própria da ciência, a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos com situações do cotidiano próximas da realidade dos alunos (Silva; Marcondes, 2010).

Além disso, as menções dos licenciandos entrevistados durante a pesquisa sugerem que na maioria dos roteiros, as contextualizações utilizadas pelos docentes são na verdade uma “introdução teórica”. Ou seja, percebe-se que o processo de contextualização, quando presentes, muitas vezes se limitam a uma abordagem técnica e conteudista. Por exemplo, ao tratar do tema “Ácidos e Bases”, frequentemente os professores restringem-se à definição formal o que são, como são classificadas e nomeadas, deixando de lado discussões que envolvam aspectos históricos, culturais, sociais, ambientais ou situações cotidianas que tornariam o conteúdo mais significativo para os licenciandos e conseqüentemente para seus futuros alunos.

Neste contexto, a integração dos ODS nas aulas de Química é fundamental na atualidade, pois permite relacionar os conteúdos científicos às problemáticas reais, promovendo uma educação que estimula a formação de cidadãos críticos, conscientes e comprometidos com a construção de sociedades mais sustentáveis, justas e ambientalmente responsáveis (ONU, 2015).

Destacamos que a maioria das menções desta categoria foram extraídas das análises dos planos de aula desenvolvidos pelos licenciandos na etapa inicial desta pesquisa, indicando que os alunos estão sensibilizados quanto à importância de

contextualizar o Ensino de Química com os desafios globais, demonstrando interesse em adotar práticas pedagógicas que articulem o conhecimento científico aos ODS e à promoção da sustentabilidade, temas relevantes na formação contemporânea.

Figura 10 – Representação dos 18 Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: <https://odsbrasil.gov.br>

A figura 10 apresenta os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), que visam orientar ações globais para a promoção de sociedades mais justas, igualitárias e sustentáveis até 2030. Esses objetivos abrangem áreas como erradicação da pobreza, educação de qualidade, saúde, igualdade de gênero, inovação, consumo responsável, ação climática, entre outros, funcionando como referência para políticas públicas, projetos educacionais e práticas pedagógicas comprometidas com a sustentabilidade e a transformação social (ONU, 2015).

Vale a pena mencionar que quando buscamos pela definição do termo “sustentabilidade” no dicionário, encontramos a definição como sendo a capacidade de suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprirem as suas, mostrando que o conceito vai muito além de questões exclusivamente ambientais, como a preservação de rios e florestas, abrangendo também preocupações sociais e econômicas, relacionadas a gênero, educação, erradicação da pobreza e combate à fome, conforme proposto nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015).

As análises planos de aula evidenciam uma lacuna significativa na formação prática dos licenciandos em Química no que se refere à abordagem de temas socioambientais. Cerca de 40% dos planos não mencionaram tais preocupações, priorizando os conteúdos específicos, que neste caso incluem desde separação de

misturas, até conteúdos mais complexos de físico-química como pH e equilíbrio químico. Tais resultados sugerem uma formação centrada em práticas tradicionais de laboratório, com pouca conexão com a realidade atual. Os dados apresentam um planejamento com conteúdos densos, com práticas mecânicas e pouco desafiadoras cognitivamente.

Como mencionado por Veiga et al. (2018), vale a pena ressaltar que a adoção da metacognição não demanda recursos materiais ou investimentos elevados, mas sim preparo pedagógico e atenção às condições de sua aplicação, uma vez que depende fortemente da atuação individual do sujeito. Nesse sentido, uma educação orientada para formar cidadãos capazes de enfrentar problemas sociais e tomar decisões exige o desenvolvimento do pensamento crítico, bem como de competências e habilidades que o modelo tradicional de ensino ainda não consegue proporcionar.

Segundo Pozo e Crespo (2006), na contemporaneidade, marcada pela abundância de informações, pela diversidade de saberes e pela exigência de aprendizagem permanente, cabe à educação fornecer aos estudantes instrumentos que os capacitem a transformar tais informações em conhecimento significativo.

A seguir, apresentamos a próxima categoria (Quadro 20), obtida por meio da análise dos dados coletados na pesquisa, que reúne as unidades de sentido identificadas nas respostas dos licenciandos, organizadas em subcategorias que evidenciam as estratégias de obtenção de informação.

Quadro 20 – Análise de conteúdo referente a quinta categoria “As Estratégias de Obtenção de Informação”

Categoria 5: As Estratégias de Obtenção de Informação		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L2Q1: Eu pergunto primeiro para os colegas, mas já aconteceu de a explicação do professor confundir ainda mais. L7Q1: Costumo perguntar primeiro para os colegas do meu grupo, porque a troca é mais rápida e prática. L8Q1: Pergunto para os colegas que estão comigo na atividade, porque geralmente já estão na mesma linha de raciocínio. L10Q1: Os colegas do grupo normalmente conseguem explicar de forma mais simples. L20Q1 Prefiro tirar dúvidas com os colegas do grupo, porque me sinto mais à vontade.	Dificuldades com a linguagem	Interação entre pares

L22Q1: Se a dúvida for muito técnica, prefiro perguntar para o técnico de laboratório.		
L2E1: Sempre tem alguém que sabe muito na turma e essa pessoa geralmente ajuda os outros.	Alunos experientes como apoio	
L8Q1: Sim, mas não gosto de depender muito. Tento resolver sozinho antes de perguntar. L19Q1: O roteiro me ajuda a entender o que estou fazendo e a não depender tanto do professor.	Busca por autonomia	
L2E1: Quando trabalhamos em grupo, surgem perguntas que fazem a gente pensar. Isso faz mais sentido. L4E1: Quero trabalhar com grupos, pois um pode despertar a curiosidade do outro.	Necessidade de discussão entre os pares	
L5Q1: Levo impresso e costumo ler durante a aula, quando tenho mais calma para entender. L7Q1: Leio durante a aula, principalmente para acompanhar o passo a passo dos experimentos. L15Q1: Leio durante a aula, quando a dúvida aparece.	Uso do roteiro no momento da prática	Modos de estudo
L5Q1: Leio o roteiro na aula e gosto de fazer anotações nele. L17Q1: Anotar me ajuda a entender e lembrar depois. L19Q1: Acho importante ter o roteiro à mão, impresso, e vou lendo, fazendo e anotando para não esquecer.	Anotações adicionais	
L1E1: Tenho medo do professor achar que não sei nada, que eu não participo ou não me interessou. L2E1: Muitas vezes a gente tem medo de queimar o filme (perguntando). L19Q1: Quando trabalhamos em grupo, surgem perguntas dos colegas que fazem mais sentido.	Preferência por mediação horizontal	Barreiras na interação professor aluno

Fonte: Autoria Própria

O Quadro 20 apresenta a quinta categoria obtida, que reúne as diferentes estratégias utilizadas pelos licenciandos para obter informações e construir conhecimento durante as atividades experimentais. Muitas respostas mostram que a maioria dos alunos recorre prioritariamente aos colegas de grupo quando surgem dúvidas durante as atividades experimentais, valorizando a troca rápida, a linguagem acessível entre pares e o ambiente de confiança. Alguns mencionam que, em caso de

dúvidas mais complexas, procuram outros colegas da turma ou, eventualmente, o professor ou técnico de laboratório.

Carvalho (2013) recomenda que as SEI sejam realizadas em grupo. A autora fundamenta-se em Vygotsky (1984), que mostra que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais e que os processos sociais e psicológicos “se firmam por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses o mundo físico” (Carvalho, 2013, p. 4). Sendo assim, a linguagem, o mais importante conceito de interação, deve ser utilizada de modo que o aprendiz interaja com o problema. Ressaltamos a importância do trabalho em grupo, uma vez que a interação entre os alunos que estão determinados a responder alguma questão, durante as discussões sobre o assunto, faz com que o aluno aprenda, já que o discurso dos estudantes pode ser bem mais acessível (Sasseron, 2018).

Em contextos de ensino por investigação, a metacognição articula-se diretamente com a mobilização de práticas epistêmicas. Conforme apontam Mota et al. (2024), “*o modelo colaborativo das estações laboratoriais mobiliza o desenvolvimento de práticas epistêmicas e apresenta indícios da presença do pensamento metacognitivo*” (p. 516). Sob essa perspectiva, a metacognição não se limita a um processo individual, mas manifesta-se também de forma socialmente compartilhada, quando os estudantes refletem coletivamente sobre suas ideias, justificativas e estratégias.

As atividades experimentais no ensino investigativo são mais eficazes quando realizadas em grupo, pois promovem um ambiente colaborativo que favorece a troca de ideias, a construção coletiva do conhecimento e o desenvolvimento da autonomia intelectual. Quando os estudantes trabalham juntos, eles compartilham hipóteses, analisam dados e constroem interpretações conjuntas, o que torna a aprendizagem mais significativa. Segundo Carvalho (2013), a investigação em grupo permite que os alunos desenvolvam habilidades sociais e cognitivas simultaneamente, uma vez que precisam argumentar, escutar e negociar significados com os colegas.

Além disso, o trabalho em grupo em contextos experimentais amplia as oportunidades de comunicação entre os pares, possibilitando que diferentes pontos de vista sejam colocados em discussão. Essa interação estimula o pensamento crítico e o refinamento conceitual, contribuindo para a formação de sujeitos mais reflexivos e participativos. De acordo com Hodson (1993), a aprendizagem científica deve ser vista

como um processo social, no qual o diálogo e a colaboração são elementos centrais para que os alunos compreendam a ciência como uma prática humana, situada historicamente e permeada por debate.

Outro aspecto relevante é que o ensino investigativo em grupo contribui para o desenvolvimento de competências importantes para a prática docente, como a escuta ativa, a mediação de conflitos e a valorização do conhecimento do outro. Essas experiências colaborativas favorecem uma formação mais completa e humanizada dos futuros professores. Como apontam Santos e Mortimer (2002), a construção do conhecimento em ciências exige contextos de interação que estimulem o questionamento e a explicitação de ideias, e o trabalho coletivo em atividades práticas se mostra especialmente potente nesse sentido.

A preferência por perguntar aos colegas (subcategoria intitulada interação entre pares) também está associada a sentimentos como comodidade, economia de tempo e receio de se expor diante da turma, revelando uma cultura de apoio horizontal e informal na resolução de dificuldades.

As respostas dos estudantes revelam uma preocupação importante sobre a formação docente: a percepção de indisponibilidade ou falta de abertura por parte dos professores durante as aulas experimentais, aliada ao medo de julgamento, inibe a participação ativa e o diálogo em sala de aula, levando os alunos a recorrerem primeiro aos colegas em busca de apoio. Este fato é um indicativo claro da necessidade de fortalecer a escuta acolhedora e a construção de relações pedagógicas seguras no processo formativo.

Nesse contexto, a metacognição se insere como ferramenta capaz de favorecer a construção do conhecimento, o desenvolvimento da autonomia e a formação de cidadãos aptos à tomada de decisões em problemas sociais complexos (Veiga et al., 2018). Os autores concluem que ensinar a pensar é tarefa fundamental da escola atual. Inserir a metacognição como prática pedagógica contribui para romper com a passividade imposta pelo modelo tradicional, estimulando alunos críticos, reflexivos e ativos tanto em seu processo de aprendizagem quanto em sua atuação social. Essa dimensão amplia o conceito original, demonstrando que pensar sobre o próprio pensar não se restringe à esfera individual, mas pode ser construído em interação, quando o grupo avalia e regula coletivamente o processo de aprendizagem. Assim, a integração entre práticas epistêmicas e metacognição reforça o papel crítico e reflexivo da educação científica (Veiga et al., 2018).

Porém, chamo a atenção para as menções envolvendo a palavra “medo”. Elas indicam relações hierárquicas, típicas do ensino tradicional, inibem posturas reflexivas e dialógicas, fundamentais tanto para a aprendizagem quanto para a formação docente. Embora não tenha ficado claro se essa situação ocorreria na presença dos colegas ou em um contexto mais restrito, é evidente que tal postura contribui para a perpetuação de informações imprecisas e práticas pedagógicas pouco dialógicas, que acabam sendo transmitidas de geração em geração.

A subcategoria *Barreiras na interação professor aluno* evidencia que, no modelo tradicional de ensino de ciências, as relações hierárquicas e a centralização do saber no professor geram insegurança e medo de julgamento entre os licenciandos. Esse contexto faz com que muitos evitem expor dúvidas diretamente ao docente, preferindo buscar apoio entre colegas. A estrutura verticalizada das interações dificulta a autonomia e a construção de ambientes de aprendizagem colaborativos. A menção “*Quando trabalhamos em grupo, surgem perguntas dos colegas que fazem mais sentido*” indica que, nas interações entre pares, os alunos utilizam uma linguagem mais próxima de sua realidade, favorecendo a compreensão dos conteúdos e a construção do conhecimento.

Segundo Lemke (1990) o ensino tradicional em ciências frequentemente se estrutura em hierarquias discursivas e semióticas, nas quais o professor ocupa a posição central de autoridade no controle dos significados, enquanto os alunos ocupam papéis periféricos na produção do conhecimento. O autor aponta que o ensino de ciências está profundamente ancorado em sistemas de signos, linguagens especializadas e valores culturais que moldam a forma como o conhecimento é produzido e compartilhado. Nesse sentido, o autor defende que a aprendizagem científica ocorre em meio a um processo de apropriação de práticas semióticas, como o uso de terminologias técnicas, gráficos, tabelas e modos de argumentação.

As práticas são organizadas de forma hierárquica, sendo o professor a principal autoridade no controle da circulação dos significados. Essa centralização do discurso, característica do modelo tradicional de ensino, contribui para reforçar relações assimétricas entre docentes e estudantes e, muitas vezes, restringe a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento (Lemke,1990). Ao priorizar determinados modos e centralizar o professor como produtor exclusivo dos sentidos, o ensino tradicional limita a diversidade de representações e restringe oportunidades para que os estudantes se tornem protagonistas do processo de aprendizagem.

As menções dos licenciandos revelam que os alunos não apenas monitoram suas dúvidas, mas também avaliam estrategicamente *quando, como e a quem* perguntar, demonstrando uma regulação ativa sobre o próprio processo de aprendizagem. Conforme apontam Flavell (1979) e Baird e Mitchell (1987), a metacognição envolve tanto o conhecimento sobre os próprios processos cognitivos quanto o controle sobre eles e esse controle está diretamente influenciado pelo ambiente e pelas relações estabelecidas em sala.

No entanto, essa regulação ocorre num contexto afetivo marcado pelo medo da exposição pública e da desvalorização por parte do professor, o que pode limitar a expressão de dúvidas e comprometer a construção do conhecimento. Ademais, essas falas também sugerem que a relação professor-aluno nem sempre favorece um ambiente de confiança mútua e escuta ativa elementos fundamentais para o desenvolvimento da autonomia e da consciência metacognitiva (Rosa, 2014). Assim, o papel do professor ultrapassa a mediação conceitual e envolve também a criação de um espaço onde o erro seja compreendido como parte do processo de aprendizagem, e não como uma ameaça à identidade do estudante.

A próxima categoria obtida, a Categoria 6, está relacionada com Monitoração e Registro durante as atividades práticas. As respostas dos alunos revelam que a maioria não realiza planejamento de tempo durante as aulas experimentais, executando as atividades de forma intuitiva ou conforme o ritmo do grupo, sem refletir sobre a organização das etapas. Apenas poucos relataram algum tipo de tentativa de divisão do tempo, mas mesmo nesses casos, a prática não é consistente. Essa falta de planificação demonstra uma baixa consciência metacognitiva (Rosa, 2014) sobre o gerenciamento do próprio processo de aprendizagem.

Quadro 21 – Análise de conteúdo referente a sexta categoria “Os Meios de Monitoração e Registro”

Categoria 6: Os Meios de Monitoração e Registro		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L7Q1: A aula já tem hora para acabar, então a gente vai fazendo como dá. L8Q1: Só penso no tempo quando vejo que a aula está quase no fim. L14Q1: Às vezes começo tentando dividir o tempo, mas logo perco a noção.	Execução sem planejamento	Gestão do Tempo

L15Q1: A gente foca em fazer o básico, porque não dá tempo de pensar em algo a mais.		
L17Q1: O foco é terminar, não tanto o tempo de cada parte. L19Q1: O roteiro já chega pronto e a aula é sempre corrida.	Foco em terminar	
L4Q1: Anoto observações que não estão no roteiro, como mudanças de cor ou cheiro inesperadas. L7Q1: Anoto no próprio roteiro. L11Q1: Eu não anoto porque a gente vai copiar o relatório do ano passado. L18Q1: Geralmente um membro do grupo anota os dados. Só escrevo se algo diferente do esperado previsto acontecer. L22Q1: Faço anotações no celular, principalmente fotos com observações para comparar com o roteiro depois.	Anotações não sistemáticas	Registro
L1Q1: Eu tiro foto de alguém do meu grupo que preenche os dados. L5Q1: A gente anota no telefone, tem alguns professores que não gostam mas é bem mais prático porque temos um grupo. L8Q1: No início eu fazer até caderno de laboratório, mas agora eu tento me organizar com monte de folhas soltas. L18Q1: No início até fazia (relatórios), mas agora só copio de colegas ou versões anteriores.	Uso de anotações de terceiros	
L3E1: Sim, tive experiências anteriores, porém, muito do que sei eu tive que estudar sozinho.	Saber construído individualmente	Indícios de reflexão da própria aprendizagem
L2Q1: Nunca parei para pensar sobre isso, a gente vai fazendo junto com o grupo. L6Q1: Faço como sempre fiz: começo e vou indo até terminar, sem pensar muito. L7Q1: Tipo, começo do começo e depois vejo o que falta. L16Q1: Geralmente sigo o ritmo da aula e não penso muito em quanto tempo vou levar. L20Q1: Gosto de saber o que vamos trabalhar, mesmo que não leia tudo.	Ação mecânica rotineira	Execução automática

Fonte: Autoria Própria

Nesta categoria observamos que a maioria dos licenciandos em Química relatou que faz anotações extras durante as aulas práticas, registrando principalmente observações fora do roteiro, como variações nos resultados, erros cometidos e

explicações adicionais do professor. Essas anotações são feitas de forma variada em cadernos, no próprio roteiro ou até digitalmente e, em muitos casos, visam facilitar a elaboração de relatórios ou refletir sobre a aplicação pedagógica dos experimentos. Apenas uma minoria afirmou não ter esse hábito, preferindo confiar no roteiro, nas discussões em grupos presenciais ou virtuais. Neste sentido, surge uma reflexão sobre a cópia sistemática e falta de criatividade com relação a possíveis erros de outrem.

Um dos pontos mais recorrentes ao longo da análise das menções foi a questão do tempo, frequentemente citado como um fator limitante para uma vivência mais profunda e significativa das aulas práticas de química, que requer discussões e levantamento de hipóteses (Carvalho, 2013; Suart; Marcondes, 2009). Tais menções estão na subcategoria Gestão do Tempo e foram oriundas principalmente da análise das respostas relativas à pergunta do primeiro questionário “Você já pensou em mudar/readaptar algum roteiro experimental? Por que e como?”. Destacamos “Já tive vontade de adaptar, mas é difícil com o tempo curto que temos”. Tais menções enfatizam que a subcategoria pode evidenciar uma dificuldade que está diretamente ligada ao tempo proposto para as atividades nas aulas práticas, pois o modelo experimental tradicional geralmente é focado na transmissão de conteúdos extensos, conteúdos procedimentais (técnicos específicos), com pouca margem para criação, reflexão ou tomada de decisão por parte dos licenciandos.

Como destacam autores como Carvalho (2013) e Pedaste et al. (2015), o ensino por investigação e o protagonismo discente exigem tempo, flexibilidade e espaço para problematização, o que contrasta com práticas pautadas por roteiros fechados, pouco contextualizados e conduzidos de forma apressada.

As menções em “Esforço Consciente” relacionam-se diretamente ao componente de regulação metacognitiva, especialmente aos processos de monitoramento e avaliação da própria aprendizagem, pois evidenciam que os licenciandos acompanham de forma intencional suas ações e buscam verificar se os objetivos estão sendo alcançados. Segundo Rosa (2014), o monitoramento constante favorece maior consciência sobre as metas da tarefa e sobre as estratégias utilizadas. Por outro lado, as menções da subcategoria “Ausência de Reflexão” revelam limitações tanto na regulação quanto no conhecimento metacognitivo, uma vez que a falta de avaliação do processo impede que o estudante identifique lacunas de compreensão e oportunidades de melhoria. Esse cenário compromete a

aprendizagem significativa e dificulta a construção de conhecimentos com maior autonomia e criticidade. A ausência de monitoramento e avaliação contínuos dificulta que os estudantes percebam a efetividade de suas estratégias cognitivas, comprometendo o desenvolvimento de uma aprendizagem autônoma e consciente (Rosa, 2014).

O Quadro 22 apresenta a sétima categoria de análise obtida, intitulada a Mecanização da aprendizagem. Nesta análise as unidades de sentido foram associadas à forma como as práticas experimentais são vivenciadas de maneira automatizada pelos licenciandos, apontando para a reprodução mecânica de procedimentos até a ausência de reflexão crítica na elaboração dos relatórios, com destaque para a distância entre teoria e prática, a fragilidade da contextualização e a necessidade de reflexão sobre as estratégias de ensino, principalmente quando envolvemos alunos de licenciatura em ciências, neste caso, exemplificada pela química (Carvalho, 2013; Suart; Marcondes, 2009).

Quadro 22 – Análise de conteúdo referente a sétima categoria “A Mecanização da Aprendizagem”

Categoria 7: A Mecanização da Aprendizagem		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L3Q2: Muitas vezes sinto que o que fazemos no laboratório não será possível aplicar em escolas públicas. L6Q2: Não vejo muita relação. A estrutura que temos aqui é muito distante da realidade das escolas. L7Q2: Quando a aula é bem contextualizada, consigo imaginar como adaptaria para os meus futuros alunos. L8Q2: Os experimentos são interessantes, mas nada viável no cotidiano escolar.	Práticas laboratoriais distantes da realidade escolar	Desconexão com o contexto real de ensino
L1E1: Vejo muitos desafios em adaptar o que fazemos aqui para o ensino básico. L3E1: Especialmente quando discutimos formas de adaptação (didática). L7Q2: Tento guardar ideias que poderiam ser simplificadas para escola.	Dificuldades na transposição didática	
D1E2: As práticas parecem mais voltadas para formação técnica do que para a docência. L1E1: A prática é mais para formar químicos do que professores.	Foco técnico e pouco pedagógico	

L1E1: A maioria dos relatórios é copiada de outros grupos ou de arquivos antigos. L2E1: A gente pega um modelo pronto e só muda os dados. Raramente alguém faz do zero. L3E1: A gente compartilha os relatórios antigos em grupo de WhatsApp. Nunca escrevi um texto para relatório. L9Q1: As práticas são sempre as mesmas, é só copiar e colar. L12Q1: Copio relatórios antigos e adapto.	Desvalorização do relatório como instrumento avaliativo	Modo de avaliação (des)aprovado
L4E1: O relatório virou um modelo que circula entre os alunos, sem precisar pensar nos resultados.	Falta de reflexão na construção dos relatórios	
L4PA: Será solicitado aos alunos um relatório final sobre as atividades. L11PA: Os alunos entregarão uma atividade escrita respondendo algumas perguntas sobre o que aconteceu no experimento. L12PA: Os alunos deverão entregar um relatório com todo o procedimento experimental realizado. L18PA: Relatório após a segunda aula.	Falta de criticidade em processos avaliativos	
L13Q2: Entendi a atividade, mas acho que seria interessante fazer uma revisão sobre as reações químicas do processo. Eu gosto de revisão. L15PA: A primeira aula será uma revisão sobre os conceitos de equilíbrio químico, equilíbrio ácido base e precipitação (referente ao plano de aula). L17PA: Na primeira aula é preciso retomar tudo que foi visto sobre química.	Revisão de conteúdos	Atividades memorísticas e não formativas

Fonte: Autoria Própria

Nesta categoria reitera-se que a maioria dos licenciandos em Química encontram dificuldade em associar as aulas práticas à futura atuação como professores, mostrando que os experimentos realizados na universidade são frequentemente distantes da realidade das escolas públicas, tanto em termos de estrutura quanto de aplicabilidade. Alguns alunos demonstram frustração ou desmotivação, enquanto poucos conseguem visualizar adaptações possíveis, refletindo a necessidade de maior articulação entre a formação prática universitária e os contextos reais do ensino básico.

Os dados da análise indicaram que a maior parte dos licenciandos em Química não considera eficaz o uso exclusivo de relatórios como método de avaliação nas aulas experimentais, relatando que esses documentos costumam ser reproduzidos de forma acrítica, muitas vezes por meio de cópias entre colegas ou reaproveitamento de materiais de turmas anteriores.

Paradoxalmente, embora critiquem essa prática, a maioria dos participantes acabou por reproduzi-la em seus próprios planos de aula, revelando uma carência de reflexão sobre outras possibilidades avaliativas mais formativas e contextualizadas. Além disso, durante as buscas por referências em fontes de pesquisa confiáveis para essa temática, não foram identificados estudos específicos que abordassem de maneira aprofundada essa problemática no contexto da formação de professores de Ciências.

A ausência de processos avaliativos formativos limita o desenvolvimento profissional dos futuros professores. Ao analisar as falas obtidas nas entrevistas com os licenciandos, destacamos “Copio relatórios antigos. Não tenho motivação, nem interesse. Nunca escrevi um texto para relatório”. O relato sobre o uso recorrente de relatórios antigos, sem motivação, sem reflexão, reforça a utilização de práticas que não favorecem o desenvolvimento de competências investigativas nem a autonomia discente.

Embora se reconheça a importância da elaboração de relatórios bem estruturados para a formação técnica em Química, especialmente em cursos de bacharelado, sua centralidade como principal instrumento avaliativo mostra-se menos adequada no contexto da licenciatura, em que se busca desenvolver competências pedagógicas e reflexivas mais amplas.

Os resultados evidenciam e reforçam a necessidade urgente de repensar a forma como as atividades experimentais têm sido estruturadas e avaliadas ao longo dos anos, especialmente na formação de professores de Ciências e Química. Em um cenário educacional contemporâneo, é essencial que essas práticas estejam alinhadas com propostas mais críticas, reflexivas e contextualizadas.

Na subcategoria intitulada Atividades memorísticas e não formativas muitos licenciandos sugerem em seus planos de aula a realização de uma “revisão de conteúdos”, relacionando com conhecimentos prévios. Destacamos que o termo “levantamento de concepções prévias” foi explicitamente citado por apenas dois licenciandos.

Rosa, Darroz e Rosa (2017) destacam que as pesquisas brasileiras sobre metacognição e ensino de Física têm avançado no reconhecimento da importância de estratégias didáticas que favoreçam o planejamento, o monitoramento e a regulação dos processos cognitivos pelos estudantes. Os autores argumentam que, ao incorporar práticas metacognitivas no ensino de ciências, é possível potencializar a aprendizagem significativa e a autonomia intelectual, superando perspectivas tradicionais centradas exclusivamente na memorização de conteúdos.

Outro destaque dessa categoria está relacionado com o levantamento das concepções prévias dos estudantes. Tal ação constitui etapa fundamental para a promoção da aprendizagem significativa, uma vez que possibilita ao professor identificar saberes prévios que podem ser relacionados aos novos conteúdos, favorecendo a construção de conhecimentos com sentido e relevância pessoal (Ausubel, 2003).

Além disso, muitos propuseram a realização de um relatório experimental como atividade avaliativa, o que revela uma contradição em relação às próprias percepções que manifestaram sobre os relatórios produzidos durante as práticas experimentais ao longo do curso.

Consequentemente, os resultados da análise apresentaram uma categoria intitulada “A Falta de Desafios Cognitivos” que indica que processos tradicionais de ensino causam lacunas no desenvolvimento metacognitivo. Nesta categoria, as unidades de sentido identificadas nas respostas dos licenciandos, agrupadas em subcategorias que evidenciam como determinadas características das atividades experimentais, como a ausência de erros, a previsibilidade dos resultados e a pouca exigência de raciocínio, podem estar associadas tanto à desmotivação para execução quanto à falta de desafios dos roteiros engessados, antigos e sempre assertivos.

Quadro 23 – Análise de conteúdo referente a oitava categoria “A Falta de Desafios Cognitivos”

Categoria 8: A Falta de Desafios Cognitivos		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L6Q1: Sim, principalmente porque já são experiências conhecidas e os técnicos auxiliam bastante. L3E1: As experiências são antigas e já muito testadas, então sempre funcionam.	Ausência de Erros	Execução facilitada

L3E1: Às vezes há erro de medida ou falha no equipamento, mas no geral dá certo. L12Q1: As práticas são repetidas há muitos anos, então já estão bem padronizadas.	Repetição sistemática	
L1E1: Os resultados costumam ser previsíveis, porque os técnicos já sabem como conduzir. L12Q1: A gente já sabe o que vai acontecer. L17Q1: Basta seguir o passo a passo que sempre dá certo.	Resultados previsíveis	
L17Q1: Sim, mas sinto que isso acontece porque o objetivo já vem pronto, não exige muito raciocínio. L17Q1: Temos que seguir o roteiro para atingir o objetivo da aula de laboratório.	Objetivos prontos	Falta de desafios
L2E1: Muitas vezes quando experimento errado nós fazemos os resultados de traz para a frente, para a gente conseguir terminar sem causar problema. No começo tentamos mudar, mas depois todo mundo se acomoda. L4E1: Acho que falta desafio nos objetivos do roteiro.	Pouca exigência de raciocínio	

Fonte: Autoria Própria

Suart e Marcondes (2009) apontam que atividades experimentais com enfoque investigativo no ensino médio de Química favorecem a manifestação de habilidades cognitivas complexas, ao estimularem os estudantes a levantar hipóteses, analisar resultados e tomar decisões fundamentadas durante o processo experimental.

Resultados como a naturalização de procedimentos tradicionais de ensino de química, a escassez de espaços de problematização coletiva e a insegurança em questionar normas ditadas e preestabelecidas, sugerem a necessidade de promover práticas intencionais que favoreçam a reflexão crítica sobre os próprios processos de aprendizagem e ensino.

Veiga et al. (2018) discutem a crise no ensino de ciências, marcada pela permanência de métodos tradicionais que tratam o estudante como receptor passivo do conhecimento. Nesse modelo, caracterizado por Paulo Freire como “educação bancária”, a aprendizagem se limita à transmissão de conteúdos, gerando desmotivação e baixos resultados. Frente a esse cenário, os autores defendem a necessidade de reformulação do ensino de ciências, de modo a privilegiar a formação crítica e reflexiva dos alunos, alinhada às demandas da sociedade.

A subcategoria Execução facilitada trás a velha concepção sobre o erro como vilão. No ensino de Ciências, o erro deve ser compreendido como parte fundamental do processo de aprendizagem, pois permite ao estudante confrontar suas concepções, refletir criticamente e reconstruir seu conhecimento de forma mais sólida e significativa (Gomes, 2005). Ele contribui para a reflexão, a superação de obstáculos e o desenvolvimento da autonomia intelectual (Santos; Mortimer, 2002). Além disso, a problematização e a contextualização das atividades são estratégias fundamentais para aguçar a curiosidade, despertar a motivação e fazer com que os estudantes se envolvam de forma ativa e significativa (Carvalho, 2013; Suart; Marcondes, 2009). Deste modo, devido às categorias descritas até o momento, não é estranho nos depararmos com a sétima categoria obtida, intitulada “A Mecanização da Aprendizagem”.

A ausência de autorreflexão consciente acerca da própria aprendizagem por parte dos licenciandos tem se evidenciado de maneira recorrente nas categorias descritas até o momento. Nesse sentido, a próxima categoria contribui para aprofundar essa discussão, ao demonstrar que, embora os estudantes reconheçam determinadas fragilidades do curso de licenciatura, sobretudo no que se refere à sua aprendizagem e aos desafios relacionados à organização institucional e às práticas pedagógicas utilizadas, predomina uma postura de aceitação passiva e baixo nível de criticidade.

O quadro 24 reúne exemplos de menções indicativas dessa tendência à aceitação acrítica das práticas vigentes, organizadas em unidades de sentido e subcategorias que evidenciam aspectos relacionados à falta de autonomia, à limitação de recursos, ao receio de confrontar hierarquias e às resistências individuais e institucionais à mudança.

Quadro 24 – Análise de conteúdo referente a nona categoria “A Aceitação do Modelo Atual”

Categoria 9: A Aceitação do Modelo Atual		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L1E1:Sinceramente, nunca pensei nisso. Sempre me preocupei em só conseguir terminar a atividade. Nunca pensei em mudar nada. Os experimentos são curtos e já bem estruturados.	Aceitação da didática sem argumentação	Falta de reflexão e pensamento crítico

L18Q1: Nunca passou pela minha cabeça (alterar roteiro pré-estabelecido). L21Q1: Nem sei se seria permitido alterar alguma coisa (no roteiro). L22Q1: Se muda algo no relatório, pode perder nota.		
L3Q1: Já pensei, mas é difícil colocar em prática. O roteiro tem que ser seguido passo a passo. L9Q1: Uma vez questionei uma etapa, mas me disseram para seguir como estava. L15Q1: Nunca pensei em adaptar porque o foco está mais em fazer dar certo do que em modificar algo.	Ausência de autonomia	
L2E1: Mas em outras parece que o experimento é feito só para preencher tempo. L3E1: Em alguns casos, a prática reforça o conteúdo, mas ainda falta ligação com o cotidiano escolar. L1Q1: Acho depende muito do tipo de experimento. Alguns são mais conectados com o conteúdo do que outros.	Falta de intencionalidade didática	Limitações na aplicação prática
L1E1: Alguns professores parecem ter prazer em dar nota baixa. L2E1: O terrorismo do curso de química ser difícil só atrapalha.	Tradição do curso ser difícil	Cultura institucional
L1E1: Acho que eles não gostam que a gente palpite e eu acho que eu também não gostaria.	Professor detentor do saber como cultura	
L4Q1: Acho que eles nunca permitiriam a usar outros materiais. L8Q1: Nunca cogitei porque não temos acesso a outros itens no decorrer da aula.	Limitações institucionais	
D1E2: A gente sabe que precisa mudar, mas o modelo permanece. D1E2: Reconhecimento da necessidade, em alguns casos, mas dificuldade de ação. D1E2: A tradição universitária, o hábito... zona de conforto dos colegas.	Resistência a mudanças	

Fonte: Autoria Própria

As menções da penúltima categoria “A Aceitação do Modelo Atual” sugerem que, embora ainda haja indícios de desmotivação, reprodução mecânica de práticas e permanência na zona de conforto, os licenciandos começam a manifestar

indiretamente reflexões sobre seus próprios processos de aprendizagem, reconhecem a importância do trabalho colaborativo, da problematização e de atividades que estimulem maior autonomia, curiosidade e protagonismo na construção do conhecimento.

Porém, a análise das respostas dos licenciandos revelou que a grande maioria nunca considerou modificar ou readaptar os roteiros experimentais, seja por falta de tempo, pela estrutura engessada das atividades, ou pela percepção de que mudanças não são possíveis ou permitidas. Tal fato nem foi cogitado pelos licenciandos participantes desta pesquisa. Quando há alguma tentativa de adaptação, ela é pontual e rara, demonstrando baixa autonomia e pouca flexibilidade no planejamento das práticas em laboratório. A categoria aceitação do modelo atual, mostra que os alunos têm um padrão de falta de autonomia e criticidade perante as atividades realizadas.

As análises refletem uma forte percepção de barreiras estruturais, principalmente relacionadas à crença de que a escola ou o contexto não permitiria alterações nos materiais. Isso revela uma prática pedagógica ainda muito engessada, com pouca flexibilidade para adaptações criativas por parte dos futuros professores, o que pode limitar tanto o desenvolvimento da autonomia docente quanto a qualidade das experiências de ensino.

Além disso, a estrutura tradicional das aulas experimentais muitas vezes limita o papel do aluno ao de mero executor de instruções, o que compromete o desenvolvimento de competências científicas mais amplas, como formular hipóteses, interpretar resultados e tomar decisões em contextos reais (Carvalho, 2013). Para que o licenciando de fato se torne sujeito ativo na construção do conhecimento, é essencial repensar tanto o formato dos roteiros quanto a lógica organizacional das aulas, abrindo espaço para práticas mais investigativas, colaborativas e integradas ao cotidiano formativo.

A estrutura centrada em roteiros pré-estabelecidos, embora facilite a execução e garanta a funcionalidade dos experimentos, promove práticas marcadas pela repetição, automatismo, baixo desafio cognitivo e distanciamento da realidade escolar (Sasseron, 2015). Além disso, o foco em cumprir formalidades compromete o desenvolvimento da reflexão e da autoria discente. Diante disso, torna-se indispensável o replanejamento das práticas experimentais, incorporando a adaptação didática, a contextualização e a valorização do tempo como elemento

pedagógico, para que elas realmente contribuam com a formação crítica e criativa dos futuros professores.

Quadro 25 – Análise de conteúdo referente a décima categoria “Os caminhos Formativos em Química”

Categoria 10: Os caminhos Formativos em Química		
Menções	Unidade de Sentido	Subcategoria
L1E1: Eu entendi. Gostei principalmente do indicador de pH, que era colorido. L2E1: Porque a parte que mais gosto da Química, bem mais interessante do que fazer o plano de aula. L4E1: Poderia ter mais aulas práticas assim, pois ajudam aprender o conteúdo.	Necessidade de atividades práticas com maior autonomia	Formação tecnicista
A atividade foi mais técnica, pois não conhecíamos o perfil dos estudantes nem os problemas relacionados à água na comunidade.	Sem ênfase socioeducativa	
L7Q2: Não contextualizei porque não recebi dados suficientes sobre a escola e os alunos. Isso dificultou pensar em uma abordagem mais próxima da realidade deles. L5Q2: Não forneceram no roteiro informações sobre a realidade local. Sem esses dados, ficou difícil pensar em algo mais significativo. L7Q2: Fiz a atividade sem muita preocupação com a realidade da turma, já que não tivemos acesso a informações sociais ou culturais dos alunos. L8Q2: A gente recebeu o tema, mas não tivemos nenhuma orientação sobre a realidade local.	Falta de iniciativa para obter informação sobre o contexto escolar	
L8Q2: Nunca fiz nenhuma atividade parecida. Durante a graduação, quase não tivemos práticas relacionadas ao tratamento de água.	Deficiência na formação teórica aplicada a prática	Desafios formativos
L1Q2: Não senti muita dificuldade, porque já estou acostumado a montar esse tipo de plano, sempre seguindo os modelos que usamos nas outras disciplinas. L2Q2: Estou bem acostumado com esse formato, então foi tranquilo. Segui praticamente a mesma estrutura que uso nas outras aulas.	Automatização na elaboração de planos	

L5Q2: Para ser sincero, não foi difícil. Já estou acostumado a fazer planos assim, então segui o que já sei.		
L2E1: Às vezes até penso que não sei nada de Química. L2E1: Pensar se aprendi química me deixa meio pra baixo, parece que nunca sei nada. L3Q2: A parte prática eu explico numa boa, mas quando precisa falar das reações químicas, fico bem inseguro. L6Q2: Explicar os resultados físicos é tranquilo, mas as equações químicas são muito complicadas. Acho as equações bem difíceis.	Sentimento de insegurança	
L1E1: Acho meio confusa essa história de metodologia ativa. L2E1: Não sei se conseguiria fazer meu aluno ser protagonista, mas a gente sempre tenta. L3E1: Achei meio complicado colocar isso em prática. Essa coisa de aluno protagonista parece mais teoria, na hora nem pensei nisso.	Dúvidas sobre metodologias de ensino	
L5Q2: Montar o filtro e testar na prática é a parte divertida da Química. L6Q2: Na hora que vimos os materiais já quisemos testar.	Necessidade de aulas mais divertidas e dinâmicas	
L3Q2: A parte dos processos físicos eu entendo bem, mas as reações químicas, principalmente de coagulação, são muito complicadas para mim. L4Q2: Consigo explicar os resultados do experimento de forma geral, mas quando chega nas equações químicas, eu travo.	Insegurança com relação aos conteúdos específicos	
L1E1: O que levo da faculdade não são exemplos do que fazer, mas do que nunca farei. L2E1: Percebo que estou saindo da faculdade sabendo menos. As provas me derrubaram no começo. L2E1: Fui formado para ser professor, mas não tive modelo de como ser.	Busca de Modelos para a Docência	Falta de oportunidades próximas ao contexto real
L1E1: Atividades assim fazem a gente pensar além do roteiro e entender como montar experiências nas escolas. L3E1: Montar a aula, pensar no plano e ainda ter o material prático foi uma experiência muito produtiva e necessária. L4E1: Vi que é possível montar uma aula com recursos simples e, ainda assim, ter	Formação sem Exemplos Didáticos	

uma atividade prática que fazem os alunos pensarem.		
D1E2: Fiz licenciatura e bacharelado... tenho certeza de que isso faz diferença na minha aula (docente). D1E2: Participei de cursos do grupo de apoio pedagógico... a gente precisa buscar formação (docente).	Formação inicial e continuada	Identidade docente construída
D1E2: Mesmo quando estou fazendo pesquisa, o que eu gosto é de ser professora (docente). D1E2: Quero mostrar que físico-química é prática, é aplicada... tirar esse medo dos alunos (docente). D1E2: Levar rótulos de cosméticos... vocês não têm curiosidade de saber o que usam no cabelo ou no corpo?	Comprometimento com a questão pedagógica	
D1E2: Trabalho com ensino investigativo... uma coisa bem filosófica, bem socrática mesmo	Realizar pesquisas em ensino	
D1E2: Eu tive professores que me motivaram... e outros que me fizeram querer fazer diferente.	Influência dos formadores	

Fonte: Autoria Própria

A última categoria é literalmente uma reflexão sobre “Os Caminhos Formativos em Química”. As menções que originaram esta categoria são provenientes, em sua maioria, das entrevistas realizadas na última etapa da coleta de dados. Observa-se que os licenciandos foram estimulados de forma implícita pela SEI e pelos questionamentos explícitos realizados ao longo do processo formativo. A partir das reflexões suscitadas especialmente durante as entrevistas, foi possível evidenciar que a vivência das etapas propostas na atividade formativa favoreceu a explicitação de concepções, dúvidas e percepções relacionadas à questão de pesquisa. Assim, compreende-se que a experiência formativa oportunizou momentos de reflexão que favoreceram a metacognição, aumentando a consciência sobre o próprio processo de formação.

Ela configura-se como uma das maiores categorias identificadas na análise, reunindo menções que revelam desde o interesse por práticas experimentais mais dinâmicas e com maior autonomia até sentimentos de insegurança quanto ao domínio dos conteúdos específicos e à implementação de aprendizagem ativas. Também emergem reflexões sobre a ausência de informações sobre o contexto escolar, a

automatização na elaboração de planos de aula, dúvidas em relação ao protagonismo estudantil e a busca por modelos inspiradores de docência. Esses relatos evidenciam que a formação de professores de química apresenta desafios importantes no equilíbrio entre teoria, prática e construção da identidade profissional docente.

Durante as entrevistas com os descendentes, três dos quatro licenciandos entrevistados mencionaram as atividades de uma docente do departamento de físico-química. E para cumprir os objetivos dessa pesquisa, foi realizada a última entrevista com a docente mencionada.

A docente entrevistada reflete sobre sua própria trajetória formativa, destacando que sua prática é marcada pela vontade de não reproduzir os modelos de ensino que vivenciou como aluna. Esse posicionamento encontra respaldo na proposta de formação crítica de professores, segundo Freire (2014) que defende o docente como sujeito histórico, capaz de refletir sobre sua realidade e atuar para transformá-la.

Gauthier et al. (2006) também problematizam essa situação ao apontar que muitos formadores de professores se constituem como especialistas em suas áreas disciplinares, mas não desenvolvem saberes pedagógicos necessários para orientar processos de reflexão crítica sobre a prática docente. Nesse sentido, a ausência de formadores com experiência em sala de aula na educação básica contribui para manter uma formação que prioriza o domínio do conhecimento científico em detrimento da compreensão das dimensões didáticas, curriculares e sociais do ensino.

Reiteramos que a docente entrevistada na última etapa desta pesquisa foi professora dos entrevistados em uma disciplina experimental sem ênfase pedagógica, e mesmo assim seus métodos de ensino marcaram a vivência de três dos quatro licenciandos entrevistados. Tais ações da docente entrevistada como a contextualização por meio de produtos do cotidiano *“Levar rótulos de cosméticos... vocês não têm curiosidade de saber o que usam no cabelo ou no corpo?”* evidenciam práticas mais contextualizadas e alinhadas ao Ensino por Investigação (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002), Wartha et al. 2013; Solino; Sasseron, 2018). Essa abordagem propõe que o aluno seja agente do próprio aprendizado, investigando situações que façam sentido social e científico, contribuindo para uma formação significativa.

Ao refletir sobre a subcategoria *Formação Tecnista*, observa-se que a maioria das menções foi obtida na entrevista em que se perguntou diretamente sobre a

preocupação sociocultural dos alunos. Pelas respostas obtidas, considero que poderia ter incluído no plano de aula, uma descrição contextualizada da escola em questão, o que serviria como uma orientação relevante aos alunos. Por outro lado, entendo que essa inserção também contribuiria para tornar os planos de aula mais interessantes e próximos da realidade escolar. Acredito que seja uma informação importante quando se cobra um plano de aula para qualquer aluno de licenciatura.

A maioria dos licenciandos não contextualizou a atividade de tratamento de água à realidade social e cultural dos alunos por falta de informações sobre o perfil da escola e da comunidade, o que comprometeu a possibilidade de uma abordagem mais significativa. Ressaltamos que nenhum licenciando se preocupou em perguntar e obter tais informações durante o desenvolvimento da atividade na presença dos professores.

Outro elemento recorrente nas críticas ao modelo tradicional refere-se à fragmentação e descontextualização do conhecimento. Neste contexto, a organização dos conteúdos em compartimentos estanques e desvinculados dos contextos sociais, históricos e culturais contribui para a percepção da ciência como um corpo acabado de verdades absolutas, distanciando-se da compreensão de sua natureza provisória e construída historicamente (Marandino, 2003). Tal perspectiva dificulta que os futuros professores sejam capazes de articular teoria e prática de forma coerente, tornando a formação inicial centrada na mera reprodução de técnicas didáticas que pouco dialogam com a realidade escolar.

A análise das respostas do quadro também demonstra que há uma dificuldade concreta na compreensão e aplicação de metodologias de ensino diferenciadas e na promoção do protagonismo discente. Predomina a adoção de um modelo tradicional, seja por esquecimento, falta de reflexão ou percepção de que tais metodologias são complexas, distantes da prática e excessivamente teóricas.

Esse quadro revela a importância de fortalecer na formação inicial dos licenciandos momentos de reflexão crítica sobre as práticas pedagógicas e a efetiva integração dos princípios das metodologias de ensino. Além disso, sinaliza que é necessário diminuir o hiato entre teoria e prática, proporcionando vivências mais consistentes, formativas e coerentes com o discurso pedagógico defendido.

A docente entrevistada também relata que os professores formadores muitas vezes reconhecem lacunas estruturais na formação, porém, na maioria dos casos são resistentes a mudanças significativas. Esse cenário reflete um modelo historicamente

centrado na transmissão de conteúdos, em que o domínio dos saberes científicos é priorizado em detrimento das discussões sobre os processos de ensino e aprendizagem (Mortimer; Machado, 2000). A própria docente relata que a busca por formação continuada foi feita de forma autônoma, revelando um movimento de resistência e de autoformação, um processo característico de educadores reflexivos, como propõe Freire (1996).

A docente entrevistada indica em suas falas que apesar das limitações institucionais, culturais e estruturais, há espaço para práticas docentes inovadoras, que colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem, que valorizam o pensamento crítico e que são sensíveis às demandas do mundo contemporâneo. Contudo, essas práticas, muitas vezes, dependem mais do esforço e da disposição pessoal dos docentes do que de políticas institucionais robustas, evidenciando uma necessidade urgente de repensar os modelos de formação continuada no ensino superior de química. O relato da docente evidencia um dos dilemas estruturais da formação de professores no Brasil, que é a cisão entre a formação científica e a formação pedagógica, tema amplamente já discutido por autores como Delizoicov e Angotti (1994).

Além disso, temos que levar em consideração a sobrecarga docente, aliada à rigidez dos modelos pedagógicos, que surge como uma das principais queixas. Essa condição é coerente com os apontamentos de Zabalza (2004), que afirma que as universidades, apesar de exigirem dos professores que sejam bons pesquisadores, pouco investem na sua formação pedagógica.

A cultura institucional, permeada pela tradição, funciona como uma barreira à inovação, o que é consistente com as análises de Hodson (1993) e Fourez (1995) sobre a resistência à mudança no ensino de ciências. Segundo esses autores, os modelos de ensino excessivamente conteudistas e descontextualizados acabam por reproduzir práticas pouco efetivas do ponto de vista da aprendizagem.

Marandino (2003) ressalta que o modelo tradicional carece de espaços de problematização e reflexão sobre a própria prática docente. A ausência de propostas investigativas, que envolvam o levantamento de hipóteses, a análise crítica e a construção coletiva do conhecimento, compromete a constituição de uma postura profissional autônoma e questionadora. Nesse sentido, a autora já defendia a necessidade de repensar a organização curricular das licenciaturas, com vistas à superação de uma concepção tecnicista e instrumental da formação, apostando em

processos formativos que integrem reflexão teórica, prática pedagógica e pesquisa como dimensões indissociáveis.

Do ponto de vista da metacognição, a docente demonstra compreender que o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos passa pela capacidade de monitorar, planejar e avaliar seus próprios processos de aprendizagem (Rosa, 2014; Rosa; Darroz; Rosa, 2017), dialogando diretamente com os princípios defendidos sobre o papel da metacognição na promoção de aprendizagens mais profundas e conscientes.

Apesar de toda a ênfase conteudista descrita nesta pesquisa, os dados revelam que os licenciandos se sentem seguros apenas na explicação dos processos físicos do tratamento de água, mas há uma dificuldade evidente e recorrente com relação à compreensão, memorização e explicação das equações químicas envolvidas no processo. Muitos relatam que teriam que recorrer a materiais de apoio ou até “colar” para conseguir repassar essa parte aos alunos.

O ensino de Química apresenta desafios particulares, especialmente por lidar com fenômenos que, em grande parte, não são diretamente observáveis. Para superar esses desafios, é essencial que os processos de ensino e aprendizagem contemplem três níveis de representação do conhecimento químico: macroscópico, microscópico e representacional (Johnstone, 1993; Mortimer; Machado, 2017).

- **Nível Macroscópico:** corresponde ao mundo que os alunos podem observar diretamente com os sentidos, ou seja, aquilo que é perceptível no cotidiano. Envolve as observações de fenômenos como mudanças de estado, reações visíveis, formação de precipitados, liberação de gases, mudanças de cor e variações de temperatura. Este é o ponto de partida para despertar o interesse dos alunos, pois conecta o conteúdo à realidade vivida.
- **Nível Microscópico:** diz respeito à interpretação dos fenômenos macroscópicos a partir de entidades não visíveis, como átomos, íons, moléculas e suas interações. Nesse nível, os alunos precisam compreender modelos teóricos que explicam o que ocorre em escala submicroscópica, como ligações químicas, interações intermoleculares, estrutura da matéria e mecanismos das reações.
- **Nível Representacional:** envolve o uso de símbolos, fórmulas químicas, equações, gráficos, diagramas, modelos moleculares e linguagens próprias da Química. Esse nível permite transitar entre o mundo observável e o mundo teórico, facilitando a compreensão e comunicação dos conceitos químicos.

Desta maneira, a observação dos fenômenos (nível macroscópico) deve ser constantemente relacionada às explicações teóricas (nível microscópico) e às linguagens simbólicas e matemáticas da química (nível representacional). Essa articulação, segundo Johnstone (1993) e Mortimer e Machado (2017), é fundamental para que o aluno desenvolva uma compreensão profunda e significativa dos conceitos químicos, superando a visão fragmentada que muitas vezes ocorre quando se trabalha isoladamente com apenas um desses níveis.

A integração desses três níveis é fundamental para a construção de um conhecimento químico sólido e significativo. Quando a abordagem se concentra apenas em um dos níveis, há risco de que os alunos desenvolvam uma visão fragmentada e pouco consistente dos conceitos. Por isso, é papel do professor mediar constantemente as relações entre o que se observa, o que se interpreta e como se representa esse conhecimento. Johnstone (1993) destaca que a dificuldade dos estudantes em Química muitas vezes está associada justamente à falta de articulação entre esses três níveis. A superação desse desafio passa por práticas pedagógicas que favoreçam a experimentação, o uso de simulações, modelos físicos e digitais, além da constante tradução entre a linguagem cotidiana, a linguagem científica e os modelos teóricos (Mortimer; Machado, 2017).

Essas associações evidenciam-se nas menções relativas à Categoria 3 – O sentido das atividades experimentais (Quadro 18), da qual emergiu a subcategoria estratégias de aprendizagem, sobretudo na unidade de sentido intitulada "a prática é necessária para aprender a teoria", na qual os licenciandos reforçam tais articulações entre teoria e prática.

L1Q1: As práticas me ajudam a entender reações que antes pareciam abstratas.

L15Q1: As experiências facilitam a visualização de processos que estudamos na teoria, por exemplo as práticas que envolvem titulação e cálculos estequiométricos.

Também vale ressaltar as menções da Categoria 7 – A mecanização da aprendizagem (Quadro 22), especialmente na unidade de sentido intitulada "Práticas laboratoriais distantes da realidade escolar", pertencente à subcategoria "Desconexão com o contexto real de ensino", que integra a subcategoria denominada "Estratégias de Aprendizagem".

L3Q2: *“Muitas vezes sinto que o que fazemos no laboratório não será possível aplicar em escolas públicas”.*

L7Q2: *“Quando a aula é bem contextualizada, consigo imaginar como adaptaria para os meus futuros alunos”.*

Essas evidências revelam que, embora os licenciandos reconheçam a importância das atividades experimentais para a compreensão de conceitos teóricos, ainda há fragilidades na articulação entre os diferentes níveis de representação do conhecimento químico. Conforme apontam Johnstone (1993) e Mortimer e Machado (2017), o ensino de Química exige a integração entre o nível macroscópico (observação dos fenômenos), o nível microscópico (modelos explicativos submicroscópicos) e o nível representacional (linguagem simbólica).

O levantamento reforça a importância de se investir em estratégias didáticas que fortaleçam a diferentes níveis de representação do conhecimento químico, principalmente no contexto de formação inicial. É necessário romper com o ensino puramente técnico, utilizando abordagens mais visuais, experimentais e contextualizadas que promovam a construção significativa desse conhecimento e consequentemente dessa linguagem. Os próprios licenciandos se sentem inseguros com relação a essa linguagem, que precisa ser ressignificada, de tal modo que o ensino propicie familiarização com relação aos termos técnicos e equações químicas e consequentemente faça sentido.

As análises indicaram que os alunos possuem baixa prática reflexiva sobre sua própria aprendizagem, frequentemente associada ao cansaço, sobrecarga e preocupação com avaliação. Além disso, surgem sentimentos de insegurança, dúvida e frustração, indicando fragilidades no processo de internalização do conhecimento e na construção da autonomia.

Esse cenário sugere a importância de inserir o desenvolvimento intencional de estratégias metacognitivas na formação docente, como momentos estruturados de reflexão, autoavaliação e discussões sobre o que foi aprendido ou não, favorecendo o desenvolvimento da autonomia, da autoconfiança e de uma aprendizagem mais significativa⁵.

⁵ Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa caracteriza-se pela integração de novos conhecimentos à estrutura cognitiva pré-existente do sujeito de forma não arbitrária e não literal,

A análise demonstra que os alunos percebem atividades experimentais como foi proposta no presente estudo, são fundamentais para sua formação, tanto no desenvolvimento da autonomia quanto na compreensão de como construir sequências didáticas sem depender de roteiros prontos.

Nesse sentido, as intervenções realizadas por meio de Sequências de Ensino Investigativas (SEI), quando orientadas por uma intencionalidade metacognitiva, mostram-se assertivas ao favorecer não apenas a aprendizagem conceitual, mas também a construção de uma postura reflexiva diante do processo de ensinar e aprender.

Fica evidente que práticas como essa podem ser uma estratégia metodológica para formação docente, pois não apenas aproximam teoria e prática, mas também desenvolvem competências como reflexão, pertencimento, autonomia, criatividade, criticidade e consciência social, elementos essenciais para um professor de Química no século XXI. Deste modo, é preciso repensar como os futuros professores são preparados para planejar suas aulas e como eles irão integrar com a pluralidade de conteúdos abstratos de química de uma forma mais conectada com a prática e realidade contemporânea, desafiadora, tornando o processo mais prazeroso e significativo.

Considerando as discussões apresentadas, observa-se que tais comportamentos de aprendizagem estão, por exemplo, diretamente atrelados à ausência de perguntas metacognitivas, conforme descrito por Rosa (2014). Desta maneira, no próximo capítulo, serão apresentados de forma detalhada a relação das análises das categorias e subcategorias construídas ao longo da pesquisa, com referenciais teóricos de metacognição que fundamentam este estudo.

4.2 Analisando a relação entre categorias e processos metacognitivos

As dez categorias obtidas na análise de conteúdo sugerem que o ensino experimental vivenciado pelos licenciandos se estrutura predominantemente em práticas tradicionais e pouco reflexivas. A categoria “O Planejamento no Modelo Tradicional” destaca-se pelo uso de roteiros pré-estabelecidos, forte ênfase

permitindo a ancoragem de novas informações em conceitos já estabelecidos, o que favorece a construção de significados e a consolidação do conhecimento de maneira estável e duradoura.

conteudista e resistência a inovações, resultando em atividades descontextualizadas. Já as “As Percepções dos Licenciandos” evidenciam tanto o reconhecimento do potencial motivador das experiências quanto a frustração com a falta de aplicabilidade e a repetição mecânica das tarefas.

A categoria “O Sentido das Atividades Experimentais” aponta para a previsibilidade dos conteúdos e a ausência de questionamentos críticos, enquanto a categoria “Contextualização Contemporânea” reúne exemplos pontuais de integração de temas atuais e estratégias inovadoras, como mapas mentais e desafios práticos. Na intitulada “Estratégias de Obtenção de Informação” incluem-se os esforços de autonomia e colaboração entre pares, embora acompanhados por dificuldades de comunicação com os docentes.

Os “Meios de Monitoração e Registro”, categoria 6, evidencia práticas de acompanhamento pouco sistemáticas, centradas na execução automática e no registro superficial das atividades. A categoria intitulada “Mecanização da Aprendizagem” revela um processo distanciado da realidade escolar, com baixa valorização da reflexão e predomínio da reprodução técnica.

A oitava categoria “Falta de Desafios Cognitivos” manifesta-se na execução facilitada e na ausência de erros e questionamentos, dificultando o desenvolvimento de competências críticas. A categoria “Aceitação do Modelo Atual” demonstra a naturalização de limitações institucionais e concepções tradicionais, com pouca autonomia discente e docente. Por fim, a última categoria os “Caminhos Formativos em Química” reúne relatos de insegurança, lacunas formativas e busca por referências didáticas, ainda que coexistam iniciativas isoladas de compromisso pedagógico e construção identitária.

O que nos chamou a atenção foi o fato de que as primeiras categorias estão relacionadas à reflexão sobre a autoaprendizagem de conceitos, enquanto apenas a penúltima se refere a criticidade formativa e última à formação docente. Considerando que estão na fase final da graduação, acredita-se que os licenciandos priorizam a autoaprendizagem, independente da reflexão metacognitiva sobre o que como aprendem. Nesta fase formativa, eles começam a se preocupar com a atuação docente e a se perguntar: *“E agora, o que vou fazer com tudo isso? Como? Será que realmente sei ensinar os conceitos? De que maneira posso transformar esse conhecimento em estratégias didáticas? Estou preparado para lidar com as*

difficultades dos estudantes? Como posso tornar o ensino de Química mais acessível?”.

Assim, seguimos para a próxima etapa da pesquisa, onde foi realizada uma análise de todas as unidades de sentido obtidas em cada categoria, em diálogo com os exemplos de perguntas metacognitivas que compõem o guia metacognitivo proposto por Rosa (2014), apresentado no Quadro 15. Para a caracterização das unidades de sentido, procedeu-se à leitura cuidadosa das menções presentes, visando à identificação e à sistematização dos conteúdos que fundamentaram os dez quadros elaborados na análise de conteúdo (Quadros 16 a 25). Destacamos que, em alguns casos, a uma mesma unidade de sentido foi atribuído mais de um elemento metacognitivo, e se pertinente, não classificá-íamos. Em seguida, apresentaremos exemplos de como as análises foram elaboradas e classificadas com os elementos metacognitivos.

De acordo com as manifestações dos licenciandos, observa-se que a condução das atividades esteve fortemente vinculada ao uso de roteiros previamente definidos, sem espaço para o levantamento de hipóteses. Exemplificam-se tais menções nas falas:

L3Q2: *“Sempre seguimos roteiro, sem levantamento de hipóteses”.*

L12Q2: *“Não tenho dificuldade, porque sempre sigo o roteiro”.*

Esses enunciados remetem à subcategoria intitulada “Atividades com pouca abertura” (Categoria 1), oriunda das unidades de sentido “Respostas previamente fornecidas” e “Roteiros pré-estabelecidos”, evidenciando lacunas formativas relacionadas ao elemento metacognitivo “Estratégia”, descrito no guia proposto por Rosa (2013) e sistematizado no Quadro 15.

Segundo a autora, tal elemento pode ser analisado por meio de questões orientadoras, tais como: *“Conhece estratégias para resolver este tipo de problema?”; “Tem facilidade com este tipo de estratégia? Qual a mais indicada? Há outras possibilidades de realização da tarefa?”; “Dispõe do que precisa para executar a tarefa?”* (Rosa, 2013, p. 117).

Nesse sentido, constata-se que a ênfase nas unidades de sentido “Roteiros pré-estabelecidos” e “Atividades com respostas previamente fornecidas” impactam negativamente o desenvolvimento da autonomia reflexiva dos licenciandos,

inviabilizando a mobilização das estratégias metacognitivas destacadas no referido modelo.

Outro exemplo de classificação seriam as manifestações dos licenciandos que evidenciam aspectos relacionados à subcategoria “Falta de Reflexão e Pensamento Crítico”, pertencente a categoria “*Aceitação do Modelo Atual*”, particularmente na unidade de sentido intitulada “Ausência de autonomia”. Nesta unidade de sentido, destacamos as menções:

L3Q1: *“Já pensei, mas é difícil colocar em prática. O roteiro tem que ser seguido passo a passo”.*

L9Q1: *“Uma vez questioneei uma etapa, mas me disseram para seguir como estava”.*

L15Q1: *“Nunca pensei em adaptar porque o foco está mais em fazer dar certo do que em modificar algo”.*

Analisando sob as lentes dos referenciais utilizados nessas pesquisas, acreditamos que elas revelam uma postura de conformidade diante das orientações estabelecidas, na qual predomina a reprodução acrítica das instruções, sem espaço para a tomada de decisão autônoma. Esse quadro aponta lacunas vinculadas ao elemento cognitivo “Pessoa”, conforme descrito no guia de Rosa (2013) e sistematizado no Quadro 15. Tal elemento está associado a questões de autorreflexão que estimulam o estudante a avaliar seu próprio conhecimento, sentimentos e condições de aprendizagem. Neste elemento, temos as seguintes perguntas metacognitivas: *“Identifica este assunto com outro já estudado?”*; *“O que está sendo estudado?”*; *“Qual o sentimento em relação a este conhecimento?”*; *“Compreendeu a atividade?”*; *“Entendeu o enunciado?”*; *“Está interessado em realizar a atividade proposta?”*; *“Apresenta conhecimento sobre o assunto?”*; *“Encontra-se em condições de realizar a atividade?”*; *“Apresenta limitações neste tema?”*; *“Consegue buscar alternativas para sanar possíveis deficiências neste conhecimento?”* (Rosa, 2013, p. 117). Deste modo, a ênfase na obediência estrita aos roteiros e na manutenção do modelo vigente restringe, portanto, a mobilização de tais reflexões, reforçando uma postura de dependência em relação ao ensino tradicional e dificultando o exercício do componente metacognitivo.

Como último exemplo, citamos a reflexão e análise da unidade sentido intitulada “Formação sem Exemplos Didáticos”. A análise das menções que

compõe esta unidade de sentido sugere a presença de lacunas relacionadas ao elemento cognitivo “Pessoa”.

Destacamos também as menções da última categoria “Os Caminhos Formativos em Química”, especificamente à subcategoria “Desafios Formativos”:

L1E1: *“Atividades assim fazem a gente pensar além do roteiro e entender como montar experiências nas escolas”.*

L3E1: *“Montar a aula, pensar no plano e ainda ter o material prático foi uma experiência muito produtiva e necessária”*

L4E1: *“Vi que é possível montar uma aula com recursos simples e, ainda assim, ter uma atividade prática que faz os alunos pensarem”.*

Tais menções sugerem que as SEI podem suprir tais lacunas e oportunizar os licenciandos a refletirem sobre as questões do guia metacognitivo proposto por Rosa (2013). Acreditamos que a ênfase na obediência estrita aos roteiros e na manutenção do modelo vigente limita a mobilização de tais reflexões. Nesse sentido, a ausência de autonomia dos licenciandos, ao invés de favorecer o desenvolvimento do autoconhecimento enquanto aprendizes, reforça uma postura de dependência em relação ao modelo tradicional, dificultando o exercício pleno do componente metacognitivo da “Pessoa” (Rosa, 2013).

Os exemplos acima evidenciam lacunas no processo metacognitivo. Algumas unidades de sentido se mostraram favoráveis a metacognição e, da mesma forma, foram categorizadas. Ressaltamos que todas as unidades de sentido foram analisadas, considerando-se todas as descrições coletadas, bem como suas respectivas interpretações e aproximações.

Assim, as manifestações obtidas durante a pesquisa relacionadas aos elementos metacognitivos foram organizadas em dois grupos. Um grupo intitulado Grupo A, que compilou as Unidades de Sentido favoráveis ao desenvolvimento metacognitivo (Quadro 26) e Grupo B que compilou as Unidades de Sentido desfavoráveis ao desenvolvimento metacognitivo (Quadro 27).

O Quadro 26 apresenta unidades de sentido que refletem menções indicadoras do desenvolvimento da metacognição. As unidades de sentido do quadro estão em consonância com os princípios metacognitivos, como por exemplo a valorização da experimentação, o uso de estratégias de estudo, a interação entre pares e a

contextualização interdisciplinar aparecem como práticas que contribuem para a construção de saberes e para o fortalecimento da identidade docente.

Quadro 26 – Elementos metacognitivos oriundos das nas unidades de sentido favoráveis a metacognição e sua classificação segundo o guia de Rosa (2014)

Subcategoria	Unidade de sentido	Elementos metacognitivos
Categoria 2: As Percepções dos Licenciandos sobre a Atividades Experimentais		
Valorização da Experimentação	Significado aos conteúdos específicos	Pessoa Tarefa
	Interesse e motivação	Pessoa
	Facilita a aprendizagem de conceitos	Monitoração
Categoria 4: A Contextualização Contemporânea		
Contextualização e interdisciplinaridade	Sustentabilidade	Pessoa
Aprendizagem ativa	Pesquisa	Estratégia
	Mapas Mentais e Nuvens de Palavras	Estratégia Planificação
	Desafio prático	Pessoa Monitoração
Categoria 5: As Estratégias de Obtenção de Informação		
Interação entre pares	Dificuldades com a linguagem	Tarefa Estratégia Monitoração
	Alunos experientes como apoio	Estratégia Monitoração
Modo de estudo	Busca por autonomia	Estratégia Monitoração
	Uso do roteiro no momento da prática	Estratégia Planificação
	Anotações adicionais	Planificação
Categoria 6: Os Meios de Monitoração e Registro		
Indícios de reflexão da própria aprendizagem	Saber construído individualmente	Monitoração Avaliação
Categoria 10: Os caminhos Formativos em Química		
Identidade docente	Formação inicial e continuada	Pessoa Monitoração
	Formação continuada	
	Comprometimento com a questão pedagógica	Pessoa Monitoração
	Realizar pesquisas em ensino	Pessoa Estratégia
	Influência dos formadores	Pessoa

As análises apresentadas no Quadro 27 categorizam as unidades de sentido consideradas desfavoráveis ao desenvolvimento da metacognição presentes nas menções dos licenciandos. Elas evidenciam que o modelo atual de formação apresenta lacunas, revelando limitações tanto no ensino quanto na própria formação. Entre os principais aspectos, destacam-se a predominância de um planejamento tradicional, com roteiros pré-estabelecidos, foco conteudista e dicotomia entre teoria e prática. Também são frequentes as percepções de falta de conexão com a docência, ausência de devolutivas e distanciamento da realidade escolar. Além disso, observa-se uma forte mecanização da aprendizagem, caracterizada por práticas repetitivas, descontextualizadas e com baixa exigência de reflexão crítica. Tais fatores indicam a prevalência de um modelo pedagógico centrado na execução automática, que pouco favorece a autonomia e a autorregulação dos estudantes.

Quadro 27 – Elementos metacognitivos oriundos das nas unidades de sentido desfavoráveis a metacognição e sua classificação segundo o guia de Rosa (2014)

Subcategoria	Unidade de sentido	Elementos metacognitivos
Categoria 1: O Planejamento no Modelo Tradicional		
Ênfase em conceitos específicos	Destaque conteudista	Tarefa
Atividades com pouca abertura	Respostas previamente fornecidas	Estratégia
	Roteiros pré-estabelecidos	Planificação
Dicotomia entre teoria e prática	Resistência à Inovação Didática	Pessoa Tarefa
Concepções tradicionais	Visitas técnicas descontextualizadas	Pessoa Planificação
	Experimentos para comprovar teorias	Monitoração Avaliação
	Necessidade de laboratório	Estratégia
Categoria 2: As Percepções dos Licenciandos sobre a Atividades Experimentais		
Falta de conexão com a docência	Falta de aplicabilidade	Tarefa Monitoração
	Distância da realidade escolar	Tarefa Monitoração
Ausência de Contratos Didáticos	Falta de devolutivas	Monitoração Avaliação
Falta de relação com outros contextos	Foco técnico e pouco pedagógico	Tarefa Monitoração

Limitações físicas	Cansaço relacionado com a repetição automática	Pessoa
Categoria 3: O Sentido das Atividades Experimentais		
Estratégias de aprendizagem	A prática é necessária para compreender a teoria	Tarefa Monitoração
	Leitura superficial	Pessoa Estratégia
	Necessidade de revisão e avaliação	Monitoração Avaliação
Reconhecimento Prévio do Conteúdo	Previsibilidade pelo tema	Pessoa
Falta de Reflexão sobre a prática	Ausência de Questionamento	Planificação Monitoração
Categoria 5: As Estratégias de Obtenção de Informação		
Barreiras na interação professor aluno	Preferência por mediação horizontal	Pessoa
Categoria 6: Os Meios de Monitoração e Registro		
Gestão do Tempo	Execução sem planejamento	Estratégia Monitoração
	Foco em terminar	Monitoração
Registro	Anotações não sistemáticas	Planificação Monitoração
	Uso de anotações de terceiros	Planificação Monitoração
Execução automática	Ação mecânica rotineira	Estratégia
Categoria 7: A Mecanização da Aprendizagem		
Desconexão com o contexto real de ensino	Práticas laboratoriais distantes da realidade escolar	Pessoa Tarefa Monitoração
	Dificuldades na transposição didática	Estratégia Planificação
	Foco técnico e pouco pedagógico	Pessoa Monitoração
Modo de avaliação (des)aprovado	Desvalorização do relatório como instrumento avaliativo	Monitoração Avaliação
	Falta de reflexão na construção dos relatórios	Estratégia Planificação
	Falta de criticidade em processos avaliativos	Monitoração Avaliação
Atividades memorísticas e não formativas	Revisão de Conteúdos	Tarefa Estratégia
Categoria 8: A Falta de Desafios Cognitivos		
Execução facilitada	Ausência de Erros	Monitoração Avaliação
	Experiência consolidada	Pessoa Monitoração
	Resultados previsíveis	Estratégia Monitoração

Falta de desafios	Objetivos prontos	Estratégia Monitoração
	Pouca exigência de raciocínio	Estratégia Planificação
Categoria 9: A Aceitação do Modelo Atual		
Falta de reflexão e pensamento crítico	Aceitação da didática sem argumentação	Pessoa Monitoração
	Ausência de autonomia	Pessoa
Limitações na aplicação prática	Falta de intencionalidade didática	Estratégia Monitoração
Cultura institucional	Tradição do curso ser difícil	Pessoa
	Professor detentor do saber como cultura	Pessoa
	Limitações institucionais	Pessoa
	Resistência a mudanças	Pessoa
Categoria 10: Os caminhos Formativos em Química		
Formação tecnicista	Necessidade de atividades práticas com maior autonomia	Estratégia Monitoração
	Sem ênfase socioeducativa	Estratégia Planificação
	Falta de iniciativa Para obter informação sobre o contexto escolar	Estratégia Planificação
Desafios formativos	Deficiência na formação teórica aplicada a prática	Monitoração
	Automatização na elaboração de planos	Estratégia Planificação
	Sentimento de insegurança	Pessoa
	Dúvidas sobre metodologias de ensino	Tarefa Estratégia
	Necessidade de aulas mais divertidas e dinâmicas	Pessoa Estratégia
	Insegurança com relação aos conteúdos específicos	Pessoa
Falta de oportunidades próximas ao contexto real	Busca de Modelos para a Docência	Pessoa
	Formação sem Exemplos Didáticos	Pessoa

Fonte: Autoria Própria

De modo geral, a análise comparativa dos dois quadros apresentados revela que as unidades de sentido desfavoráveis a metacognição se apresentam de forma mais recorrente, enquanto os benefícios são percebidos de maneira sutil. Essa assimetria indica que, apesar da presença de iniciativas isoladas com potencial

formativo, predomina um modelo de ensino de práticas experimentais que limita o exercício da metacognição. Tais resultados apontam a necessidade de transformações profundas na concepção e na prática pedagógica, de forma a promover uma cultura de aprendizagem mais reflexiva, crítica e alinhada à autonomia intelectual dos futuros professores de Ciências.

Os dados sugerem que as SEI podem aumentar os benefícios observados para o desenvolvimento metacognitivo provenientes das atividades experimentais investigativas em detrimento das metodologias tradicionais de ensino, foram observadas. As SEI são propostas ativas e reflexivas, pois vão além do reconhecimento de fenômenos e são planejadas para proporcionar a elaboração de conceitos e o desenvolvimento de habilidades de pensamento relacionadas aos processos da ciência (Cañal; Porlán, 1986; 1987; 1988; Carvalho, 2013).

No livro *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação* (Rosa, 2014), a autora reforça que promover a metacognição em sala de aula exige ações didáticas intencionais, nas quais o professor atua como mediador da reflexão dos alunos sobre suas aprendizagens. Isso implica oferecer momentos para que eles explicitem seus raciocínios, identifiquem equívocos e reajustem suas estratégias cognitivas.

Além disso, pesquisas mostram que o Ensino de Química pautado por práticas investigativas e reflexivas podem favorecer o desenvolvimento de competências metacognitivas, sobretudo quando o aluno é instigado a justificar suas escolhas, refletir sobre erros, revisar estratégias e interpretar resultados experimentais. Isso é particularmente relevante em atividades práticas, resolução de problemas complexos e uso de sequências didáticas investigativas (Santos; Mortimer, 2002).

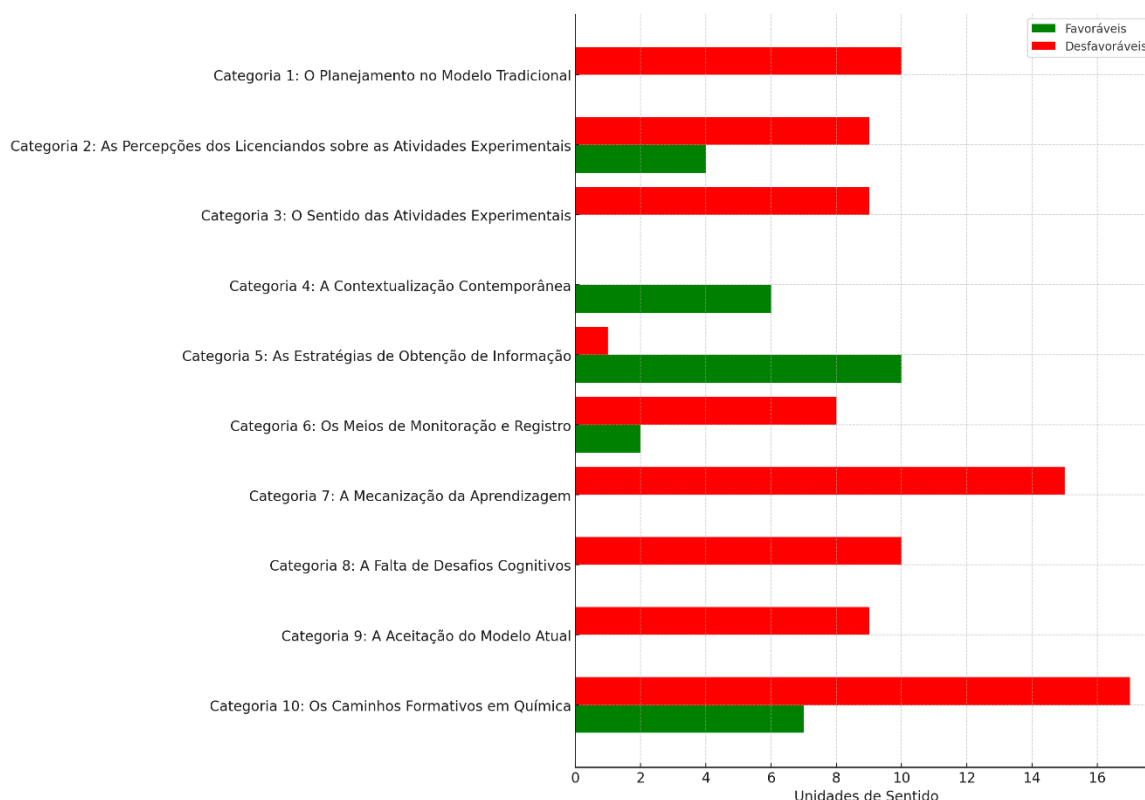
Portanto, o conjunto dos dados revela que as maiores fragilidades estão relacionadas com pilares fundamentais dos processos metacognitivos (Rosa, 2014; Baird; Mitchell, 1987). Esses resultados reforçam a importância de investir em práticas formativas que promovam o desenvolvimento dessas competências, tanto na formação inicial quanto na prática docente.

O gráfico apresentado na figura 10 compila os dados analíticos dos quadros 26 e 27, buscando uma melhor compreensão dos resultados das dez categorias analíticas obtidas sobre a aplicação das SEI.

De modo geral, a distribuição das ocorrências evidencia que, embora haja alguns espaços de valorização de práticas favoráveis a metacognição, sobretudo

relacionados ao desenvolvimento de estratégias de estudo e à contextualização, prevalecem concepções e práticas pedagógicas ancoradas em modelos tradicionais e mecanicistas, que limitam o seu desenvolvimento.

Figura 11 – Distribuição percentual das unidades de sentido favoráveis e desfavoráveis das dez categorias obtidas



Fonte: Autoria própria (2025)

O gráfico mostra que determinados elementos metacognitivos se manifestam, seja favorecendo e fortalecendo a metacognição, seja, ao contrário, comprometendo-a e gerando lacunas no processo formativo. Observa-se que a categoria “Os Caminhos Formativos em Química” se destaca como aquela que reúne o maior percentual de unidades de sentido desfavoráveis (17%), sinalizando a predominância de dificuldades associadas à formação inicial e continuada dos licenciandos. Este dado sugere que a fragilidade na articulação entre teoria e prática, bem como a ausência de experiências formativas mais contextualizadas, constitui uma problemática central no percurso formativo dos futuros docentes.

Marandino (2003) desenvolve uma análise crítica sobre o predomínio do modelo tradicional de ensino tanto nas escolas quanto nos cursos de licenciatura em ciências, apontando uma série de limitações que comprometem a qualidade da formação docente e a aprendizagem significativa dos estudantes. Entre os principais aspectos, destaca-se a centralidade atribuída ao professor como único detentor do saber, responsável por transmitir conteúdos de forma unidirecional, enquanto os alunos assumem uma postura passiva de recepção e memorização das informações apresentadas. Essa configuração não apenas reduz a participação ativa dos estudantes, mas também desconsidera seus saberes prévios e experiências, restringindo o desenvolvimento de competências críticas e reflexivas.

Em seguida, a categoria “A Mecanização da Aprendizagem” apresenta 15% de ocorrências em unidades de sentido desfavoráveis, evidenciando o predomínio de práticas didáticas marcadas por procedimentos automatizados e pela reprodução acrítica de rotinas. Este aspecto contribui para a limitação da autonomia e da reflexão crítica, aspectos fundamentais para a constituição da identidade profissional docente.

Outras categorias também se destacam pelo percentual significativo de unidades de sentido desfavoráveis, como “O Planejamento no Modelo Tradicional”, “O Sentido das Atividades Experimentais”, “A Falta de Desafios Cognitivos” e “A Aceitação do Modelo Atual”, todas com valores variando entre 9% e 10%. Tais resultados apontam para a persistência de concepções pedagógicas conservadoras e pouco problematizadoras, que dificultam a mobilização de competências cognitivas e metacognitivas mais complexas por parte dos licenciandos.

Por outro lado, a análise dos percentuais de benefícios revela que a categoria “As Estratégias de Obtenção de Informação” concentrou o maior índice de aspectos positivos (10%), indicando que as iniciativas de busca ativa por informações e o desenvolvimento de estratégias pessoais de estudo configuram práticas potencialmente promotoras de aprendizagem significativa. Ademais, a categoria “Os Caminhos Formativos em Química” apresentou 7% de benefícios, o que evidencia que, embora se reconheçam dificuldades expressivas neste domínio, também existem elementos formativos com valor positivo, possivelmente associados a experiências pontuais de reflexão ou práticas metacognitivas assertivas.

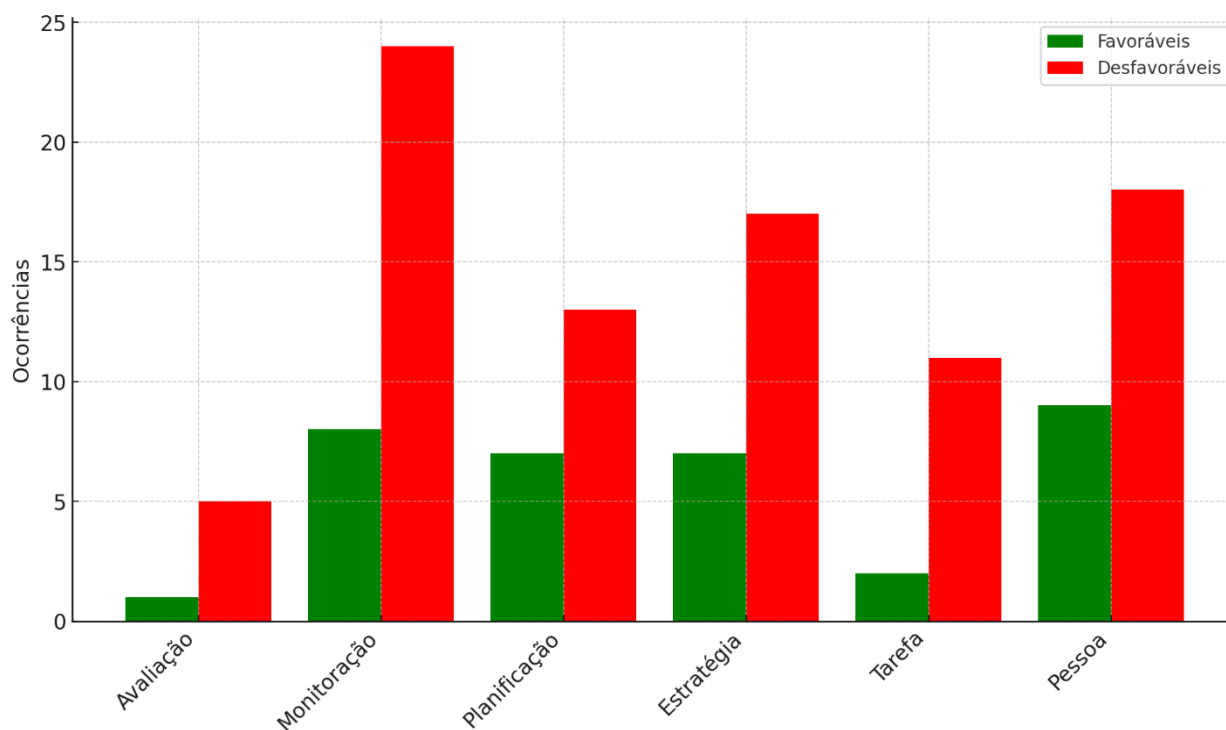
A Categoria 10, apresentada no Quadro 25, evidencia que a intervenção possibilitou a reflexão dos licenciandos, levando-os a utilizar estratégias

metacognitivas para pensar sobre todo o seu processo formativo, extrapolando a própria aprendizagem e estendendo-se à compreensão de como ensinar.

Positivamente, destaca-se ainda a categoria “A Contextualização Contemporânea”, com 6% de unidade de sentido favoráveis ao desenvolvimento metacognitivo, demonstrando que abordagens que articulam conteúdos científicos ao cotidiano e a temas transversais, como sustentabilidade e interdisciplinaridade, têm sido percebidas como relevantes pelos licenciandos.

De modo geral, a distribuição das ocorrências evidencia que, embora haja alguns espaços de valorização de práticas positivas, sobretudo relacionados ao desenvolvimento de estratégias de estudo e à contextualização, prevalecem concepções e práticas pedagógicas ancoradas em modelos tradicionais e mecanicistas, que limitam o desenvolvimento da autonomia intelectual e da capacidade crítica dos futuros professores. A figura 12 categoriza os elementos relacionadas ao Conhecimento do Conhecimento (Pessoa, Tarefa e Estratégia) e ao Controle Executivo e Autorregulador (Planificação, Monitoração e Avaliação) oriundos das nas unidades de sentido favoráveis e desfavoráveis a metacognição apresentados no Quadro 27.

Figura 12 – Distribuição das análises de ocorrências de unidades de sentido desfavoráveis e favoráveis atribuídos aos elementos metacognitivos identificados nas unidades de sentido



Fonte: Autoria Própria (2025)

O gráfico apresentado na figura 12 mostra que as unidades de sentido desfavoráveis superam as favoráveis em todos os elementos metacognitivos. Destacamos a monitorização, com 24 ocorrências desfavoráveis contra apenas 8 favoráveis) e para a dimensão da pessoa (18 contra 9). Esse padrão indica fragilidades significativas no desenvolvimento metacognitivo dos licenciandos todas as dimensões, revelando a necessidade de práticas pedagógicas mais intencionais para favorecer a metacognição.

Devido a grande ocorrência de unidades de sentido desfavoráveis a metacognição (Quadro 27) e para compreender melhor como o modelo de formação atual não corrobora com o processo de desenvolvimento metacognitivo, analisamos como as unidades de sentido classificadas como desfavoráveis se relacionam com os hábitos que levam a uma aprendizagem inadequada propostos por Baird e Mitchell (1987). As unidades de sentido que não se enquadraram no modelo proposto (Quadro 5) foram desconsideradas.

As aproximações foram feitas a partir da interpretação das menções das unidades de sentido que foram consideradas como sendo desfavoráveis ao desenvolvimento da metacognição (Quadro 27). Como exemplo de análise, selecionamos duas a unidades de sentido da sétima Categoria intitulada “A Mecanização da Aprendizagem”.

Como primeiro exemplo temos a unidade de sentido “Práticas laboratoriais distantes da realidade escolar” que foi associada com o Hábito (Inadequado) de número 7 - Falta de Pensamento Reflexivo, descrito como sendo a falta de conexão entre os diferentes tipos de aprendizado. A informação é obtida, porém fica desconexa com os saberes pré-existentes (Baird; Mitchell, 1987).

L3Q2: *“Muitas vezes sinto que o que fazemos no laboratório não será possível aplicar em escolas públicas”.*

L6Q2: *“A estrutura que temos aqui é muito distante da realidade das escolas”.*

Outro exemplo seria a unidade de sentido intitulada “Desvalorização do relatório como instrumento avaliativo”, associada com o Hábito (Inadequado) de número 4 - Síntese Prematura, descrita pelos autores como sendo o hábito de não checar para ter certeza se o trabalho está completo ou incorreto. Destacamos as menções dos licenciandos:

L1E1: *A maioria dos relatórios é copiada de outros grupos ou de arquivos antigos.*

L2E1: *A gente pega um modelo pronto e só muda os dados. Raramente alguém faz do zero.*

L9Q1: *As práticas são sempre as mesmas, é só copiar e colar.*

Tais menções revelam que os licenciandos não valorizam o relatório como instrumento de aprendizagem, porém, paradoxalmente muitos mencionaram essa forma de avaliação nos planos de aula desenvolvidos na etapa inicial desta pesquisa, demonstrando falta de criticidade com relação ao aprender (sujeito aluno) e ensinar (sujeito professor).

O principal objetivo do projeto PEEL foi melhorar a qualidade do ensino e conseqüentemente da aprendizagem, buscando promover nos alunos maior disposição e capacidade de assumir a responsabilidade pelo próprio aprendizado. O

estudo apontou a necessidade de mudanças no padrão educacional. Os autores afirmam que a mudança requer que professores e alunos adotem novas visões sobre o que constitui aprendizagem e ensino eficazes, que estabeleçam um ambiente de sala de aula no qual novas atitudes e comportamentos sejam valorizados e reforçados e que pratiquem procedimentos que permitam aos alunos aprimorar seus conhecimentos, consciência e controle da aprendizagem (Baird; Mitchell, 1987). Ao analisarem o projeto PEEL, também apontam que os processos de mudança educacional são, em geral, lentos, pois envolvem a desconstrução gradual de hábitos e concepções consolidados ao longo de muitos anos de prática docente. Da mesma forma, o tradicionalismo e hierarquia foram mencionados em vários momentos desta pesquisa, estando em sintonia com as observações no PEEL.

Deste modo, buscando avaliar as semelhanças com o PEEL dos possíveis impactos SEI, foi realizada uma aproximação entre as unidades de sentido consideradas nessa pesquisa como desfavoráveis à metacognição com os sete hábitos conduzem a uma aprendizagem inadequada segundo Baird e Mitchell (1987).

Quadro 28 – Relação entre Unidades de Sentido e Hábitos que levam a uma aprendizagem inadequada de acordo com Baird e Mitchell (1987)

Unidade de Sentido	Hábito
Categoria 1: O Planejamento no Modelo Tradicional	
Destaque conteudista	Atenção Superficial
Respostas previamente fornecidas	Monitoramento Inadequado
Roteiros pré-estabelecidos	Síntese Prematura
Resistência à Inovação Didática	Reestruturação Efetiva
Visitas técnicas descontextualizadas	Atenção Impulsiva
Experimentos para comprovar teorias	Falta de Pensamento Reflexivo
Necessidade de laboratório	Atenção Impulsiva
Categoria 2: As Percepções dos Licenciandos sobre a Atividades Experimentais	
Falta de aplicabilidade	Atenção Superficial
Distância da realidade escolar	Falta de Pensamento Reflexivo
Falta de devolutivas	Monitoramento Inadequado
Foco técnico e pouco pedagógico	Falta de Pensamento Reflexivo
Cansaço relacionado com a repetição automática	Atenção Superficial
Categoria 3: O Sentido das Atividades Experimentais	
A prática é necessária para compreender a teoria	Reestruturação Efetiva
Leitura superficial	Atenção Superficial
Necessidade de revisão e avaliação	Síntese Prematura
Previsibilidade pelo tema	Síntese Prematura
Ausência de Questionamento	Falta de Pensamento Reflexivo
Categoria 6: Os Meios de Monitoração e Registro	

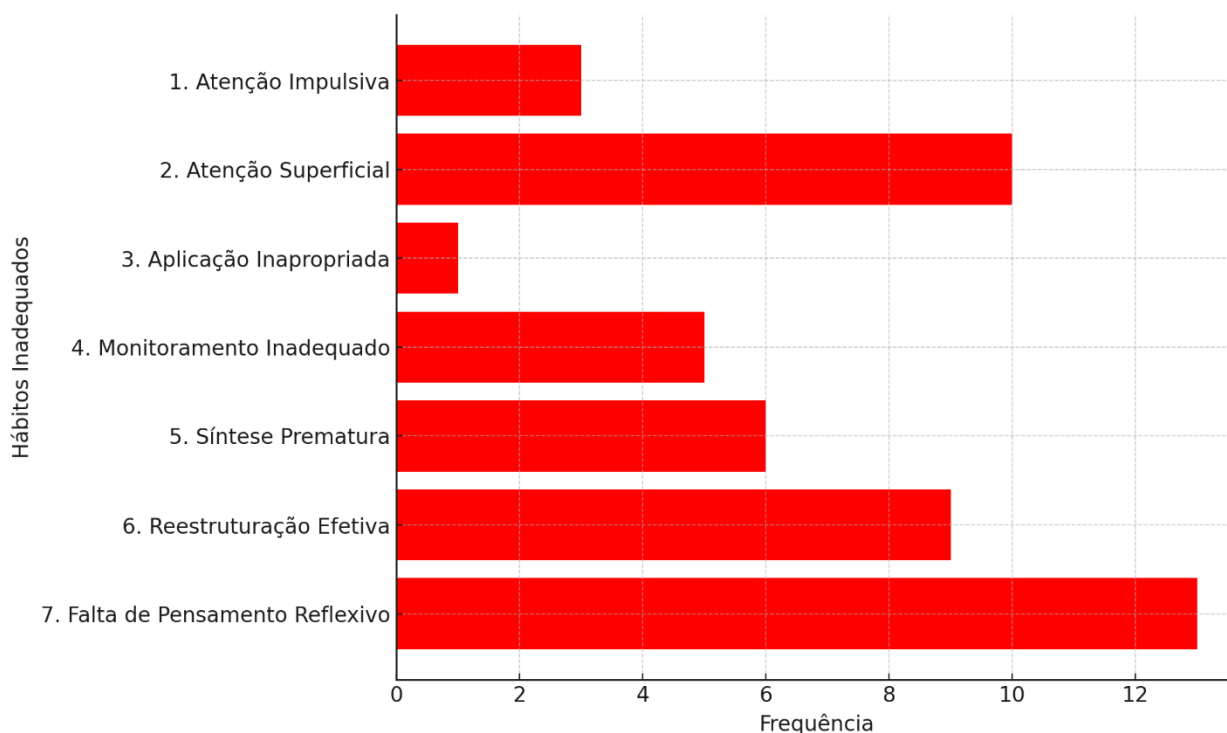
Execução sem planejamento	Atenção Impulsiva
Foco em terminar	Síntese Prematura
Anotações não sistemáticas	Atenção Superficial
Uso de anotações de terceiros	Falta de Pensamento Reflexivo
Ação mecânica rotineira	Síntese Prematura
Categoria 7: A Mecanização da Aprendizagem	
Práticas laboratoriais distantes da realidade escolar	Falta de Pensamento Reflexivo
Dificuldades na transposição didática	Falta de Pensamento Reflexivo
Foco técnico e pouco pedagógico	Falta de Pensamento Reflexivo
Desvalorização do relatório como instrumento avaliativo	Síntese Prematura
Falta de reflexão na construção dos relatórios	Falta de Pensamento Reflexivo
Falta de criticidade em processos avaliativos	Reestruturação Efetiva
Revisão de Conteúdos	Aplicação Inapropriada
Categoria 9: A Aceitação do Modelo Atual	
Aceitação da didática sem argumentação	Falta de Pensamento Reflexivo
Ausência de autonomia	Atenção Superficial
Falta de intencionalidade didática	Atenção Superficial
Tradição do curso ser difícil	Reestruturação Efetiva
Professor detentor do saber como cultura	Falta de Pensamento Reflexivo
Limitações institucionais	Reestruturação Efetiva
Resistência a mudanças	Reestruturação Efetiva
Categoria 10: Os caminhos Formativos em Química	
Necessidade de atividades práticas com maior autonomia	Monitoramento Inadequado
Sem ênfase socioeducativa	Atenção Superficial
Falta de iniciativa para obter informação sobre o contexto escolar	Monitoramento Inadequado
Deficiência na formação teórica aplicada à prática	Falta de Pensamento Reflexivo
Automatização na elaboração de planos	Reestruturação Efetiva
Sentimento de insegurança	Reestruturação Efetiva
Dúvidas sobre metodologias de ensino	Monitoramento Inadequado
Necessidade de aulas mais divertidas e dinâmicas	Atenção Superficial
Insegurança com relação aos conteúdos específicos	Reestruturação Efetiva
Busca de Modelos para a Docência	Atenção superficial
Formação sem Exemplos Didáticos	Falta de Pensamento Reflexivo

Fonte: Autoria Própria

A análise das unidades de sentido categorizadas no estudo revela aproximações evidentes com os sete hábitos de aprendizagem inadequada descritos por Baird e Mitchell (1987). Em diversos momentos, observa-se a presença da atenção superficial e da falta de pensamento reflexivo, evidenciada, por exemplo, em respostas que reduzem as atividades experimentais a práticas meramente técnicas, sem estabelecer conexões com o contexto escolar ou com a função pedagógica da experiência. Da mesma forma, a síntese prematura e o monitoramento

inadequado aparecem de forma recorrente, indicando dificuldades dos licenciandos em acompanhar seu próprio processo de aprendizagem.

Figura 13 – Frequência de Ocorrências dos Hábitos Inadequados descritos por Baird e Mitchell (1987) identificados pelos Licenciandos em Química



Fonte: Autoria Própria (2025)

A “*Falta de Pensamento Reflexivo*” constitui o hábito mais recorrente entre os licenciandos, correspondendo a 27,7% das ocorrências. Tal frequência indica que a ausência de análise crítica e de articulação entre novos conteúdos e saberes prévios permeia de maneira marcante as práticas relatadas pelos participantes. Este resultado dialoga diretamente com o que Baird e Mitchell (1987) identificam como um dos sete hábitos que conduzem a uma aprendizagem inadequada, caracterizado pela obtenção da informação de forma desconexa e pela dificuldade de construir relações significativas entre diferentes tipos de conhecimento.

Uma característica marcante do modelo de ensino tradicional muito criticada é a dominação imposta ao aluno, que fica sujeito à delegação de conteúdos estipulados por uma minoria no poder. Nesta perspectiva o aluno por vezes se mantém alienado, imóvel, cumprindo o que lhe é determinado pelo sistema de ensino instaurado. Mesmo que em certos casos esta afirmação não seja realidade, ela é a mais comum (Veiga et al., 2018, p. 10).

O excerto evidencia uma crítica contundente ao modelo tradicional de ensino, ao apontar que sua organização hierárquica e transmissiva centraliza o poder nas mãos do professor e da instituição, reduzindo o aluno a um agente passivo, alienado e subordinado às imposições curriculares, o que compromete sua autonomia intelectual e limita a construção significativa do conhecimento.

Não diferente do esperado, a “Aplicação Inapropriada” e a “Reestruturação Efetiva” emergem em situações em que os estudantes, retornam ao erro inicial ou utilizam respostas memorizadas em lugar de estratégias mais elaboradas. Esses comportamentos apontam para limitações significativas no desenvolvimento da autonomia, da criticidade e da capacidade de reflexão, aspectos essenciais à prática docente em Química.

Assim, ao relacionar as unidades de sentido às categorias de Baird e Mitchell (1987), percebe-se que os hábitos de aprendizagem inadequada não apenas comprometem o avanço cognitivo dos licenciandos, mas também afetam a forma como eles se preparam para exercer a docência, uma vez que perpetuam práticas tradicionais pouco críticas, distanciadas da intencionalidade pedagógica e da perspectiva metacognitiva necessária à formação de professores.

Estamos em uma era pós-pandemia e marcada pelo avanço da inteligência artificial. Tais reflexões não são novas, mas adquirem agora maior urgência e consciência diante de desafios como a sustentabilidade, a polarização política, a disseminação de *fake news* e tantas outras questões que atravessam a sociedade contemporânea.

Apesar de vivermos em um cenário repleto de novos desafios, desde o início do século passado Dewey já apontava que os estudantes possuem estruturas cognitivas passíveis de aprimoramento. Sua filosofia propõe refletir criticamente sobre a atividade de ensinar, fomentando a autonomia por meio da reconstrução e reorganização das próprias experiências. Ao enfatizar a importância de estabelecer vínculos entre as atividades passadas, presentes e futuras, individuais e coletivas, Dewey (1916) contribui para repensar o ato de ensinar, estimulando a renovação de práticas rotineiras e arcaicas.

Com relação a falta de pensamento reflexivo, o que chamou atenção foi as análises dos planos de aula elaborados pelos licenciandos, revelaram que muitos licenciandos ainda recorrem à solicitação de relatórios descritivos como principal

estratégia de avaliação. Embora os licenciandos construam discursos que apontam para a necessidade de práticas mais reflexivas e investigativas, tal fala configura-se como um contrassenso em relação aos planos de aula feitos por eles no início da coleta de dados desta pesquisa. Gostaríamos que os alunos tivessem feito o plano de aula após a intervenção, conforme previsto em nosso planejamento; entretanto, não houve tempo hábil para essa etapa, uma vez que a intervenção demandou uma parte significativa da carga horária da disciplina que acolheu essa pesquisa.

A “Atenção Superficial”, responsável por 21,3% das menções, também apresenta relevância significativa, traduzindo posturas marcadas por foco limitado, baixo envolvimento cognitivo e ausência de esforços para compreender plenamente as informações trabalhadas. Conforme apontam Baird e Mitchell (1987), esse comportamento consiste em ignorar partes essenciais do conteúdo, sem mobilizar estratégias que permitam superá-lo.

A ocorrência de “*Reestruturação Efetiva*” em aproximadamente 19,1% dos casos sugere que, embora alguns licenciandos reconheçam a inadequação de concepções alternativas ou práticas tradicionais, tendem a retornar aos modelos originais de execução. Baird e Mitchell (1987) descrevem esse padrão como o reconhecimento do erro, mas com recorrência a concepções prévias, que se mantêm como referência predominante.

Cabe destacar ainda que a soma de *Síntese Prematura* e *Atenção Superficial* corresponde a 34% do total de hábitos identificados. Essa proporção reforça a expressiva influência da execução apressada, sem checagem cuidadosa do trabalho, associada à superficialidade na abordagem didática. Tais dados reiteram a perspectiva de que a ausência de monitoramento metacognitivo e a limitação da atenção comprometem o desenvolvimento de aprendizagens mais autônomas e integradas, corroborando o modelo explicativo dos sete hábitos descrito por Baird e Mitchell (1987).

Positivamente, o Quadro 27 descreve as unidades de sentido que indicam possíveis relações de benefício no desenvolvimento da metacognição, evidenciando limitações do modelo atual de ensino de atividades experimentais, conforme o guia metacognitivo proposto por Rosa (2014). Desta forma, acreditamos que essas unidades estão na contramão em alguns hábitos que levam a uma aprendizagem inadequada segundo descrito por Baird e Mitchell (1987). Tal fato ocorreu com as unidades de sentido intituladas Interesse e Relação teórico-prática. O relato do

interesse despertado, como no caso do indicador de pH, é extremamente positivo e mostra a eficácia do aspecto sensorial e lúdico no engajamento.

Este comportamento sinaliza um rompimento com padrões antigos, uma vez que o aluno demonstra foco e apreciação pelos detalhes experimentais e reflete sobre sua potencialidade. As unidades de sentido que relacionam a teoria com a prática, podem indicar reconhecimento da importância da aplicação concreta das atividades experimentais, rompendo a dicotomia teoria e prática no ensino de química. Marandino (2003) analisa de forma crítica a relação entre a prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências, discutindo desafios contemporâneos como a necessidade de articulação entre teoria e prática, a formação docente pautada na reflexão crítica e a construção de propostas didáticas que superem modelos tradicionais de ensino.

A aceitação do modelo atual pode estar relacionada aos modos, meios, costumes e hábitos instituídos, bem como à logística da Universidade, especialmente no que se refere às atividades práticas. Essa dinâmica envolve a aquisição de materiais e equipamentos, que, por se tratar de uma instituição pública, depende de processos de compra por demanda, além da estruturação e organização dos laboratórios.

Sabe-se que, no ensino generalista de Química, muitas atividades e conteúdos de natureza procedimental são necessários e exigem uma atuação metodológica sistemática. Deste modo, acreditamos que as atividades com alto grau de abertura, como por exemplo a SEI aplicada nessa pesquisa, devam ser inseridas de maneira gradual, visando a um ganho metacognitivo, para que os alunos da licenciatura possam utilizar esses aprendizados com seus futuros estudantes durante sua atuação docente. Biazus e Rosa apontam que:

As estratégias precisam ser aprendidas e isso não é diferente quando se trata do professor. Conforme os autores, é necessário que os professores sejam “aprendizes” no seu próprio processo de formação, obtendo o conhecimento “declarativo” (sobre os objetos, propriedades, relações gerais e específicos), o conhecimento procedimental (sobre como ele aprende) e, acima de tudo, o conhecimento condicional (sobre quando e para que propósito utilizará o conteúdo aprendido), para poder tomar decisões mais apropriadas na organização e preparo das aulas e no momento de ensiná-lo, formando estudantes estratégicos (Biazus; Rosa, 2022, p. 25)

Enfatizando as atividades experimentais, os dados obtidos na pesquisa diferem da análise da matriz curricular da Licenciatura em Química pois evidencia uma separação marcante entre os saberes técnicos e os saberes pedagógicos, o que,

embora atenda a uma lógica organizacional tradicional dos cursos de formação docente, pode gerar consequências negativas para a aproximação entre o conhecimento acadêmico e a realidade escolar. A predominância da carga horária dedicada à formação técnica, representando aproximadamente 66% do curso, reforça uma visão fragmentada do processo formativo, em que a ciência é frequentemente tratada como um conjunto de conteúdos estanques, descontextualizados das condições sociais, culturais e históricas que permeiam o ensino e a aprendizagem. Essa abordagem tende a reproduzir um modelo positivista de ciência, no qual o saber técnico é considerado autossuficiente, relegando as dimensões humanas e sociais a um papel secundário.

Pesquisas na área de ensino de Ciências e Química evidenciam uma dicotomia persistente entre teoria e prática, especialmente nos cursos de Licenciatura e Bacharelado, o que compromete a integração entre o domínio do conhecimento científico e a formação pedagógica dos futuros professores (Galiazzi et al., 2007; Sá; Santos, 2017).

Essa fragmentação impacta diretamente a capacidade do futuro docente de articular os conteúdos científicos com as demandas concretas da escola básica, sobretudo em contextos de diversidade cultural, desigualdade social e carência de recursos. Ao separar rigidamente as disciplinas pedagógicas das disciplinas de conteúdo específico, perde-se a oportunidade de construir uma formação integrada, em que o conhecimento químico seja constantemente problematizado à luz de situações reais de sala de aula, levando em conta a vivência dos estudantes, suas referências culturais e suas experiências cotidianas. Isso contraria perspectivas contemporâneas da área de ensino de Ciências, que defendem a inserção de debates sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) como elementos constitutivos da própria formação técnica.

Sob a ótica das Ciências Humanas, é imprescindível reconhecer que o ato de ensinar Química não se limita à transmissão de fórmulas, leis e procedimentos laboratoriais. Trata-se de um processo que envolve compreender o aluno como sujeito histórico e social, com repertórios, interesses e desafios específicos. Uma matriz curricular que prioriza de forma excessiva o domínio técnico, sem estabelecer pontes orgânicas e constantes com o campo pedagógico, corre o risco de formar profissionais competentes em seu conteúdo, mas pouco preparados para atuar criticamente diante das complexidades e contradições do cotidiano escolar. Nesse sentido, a

aproximação entre saberes técnicos e pedagógicos deve ser intencional e estruturada, para que a prática docente se configure como um espaço de mediação cultural e transformação social, e não apenas como reprodução de conhecimentos descontextualizados.

Tais discussões não são recentes. Os dados construídos neste trabalho reforçam a pertinência das sugestões de Canen e Moreira (2001) para a elaboração de currículos, sobretudo no contexto das licenciaturas: discutir os elementos constitutivos da identidade docente e promover reflexões pessoais sobre a própria identidade, bem como sobre a maneira pela qual diferentes dimensões dessa identidade influenciam as experiências formativas e os modos de significá-las.

É necessário contar com um número maior de professores engajados e devidamente preparados para a formação docente, contemplando tanto as disciplinas específicas de Química e não apenas as de cunho estritamente pedagógico. Chamamos a atenção para a professora entrevistada, uma vez que foi mencionada por três dos quatro licenciandos entrevistados. Destacamos algumas menções (D1E2), referentes a unidade de sentido intitulada “Comprometimento com a questão pedagógica”.

Mesmo quando estou fazendo pesquisa, o que eu gosto é de ser professora.

Quero mostrar que físico-química é prática, é aplicada... tirar esse medo dos alunos.

Levar rótulos de cosméticos... vocês não têm curiosidade de saber o que usam no cabelo ou no corpo?

É notável a diferença de comportamento da professora e certamente seu comportamento não prejudica em nada a rigidez com relação aos conteúdos e conceitos específicos da disciplina que ministra. Compreende-se que a ampliação do quadro de formadores com esse perfil é crucial para o fortalecimento do ensino, da pesquisa e da extensão nos cursos de licenciatura, uma vez que esses profissionais são os mais habilitados a evidenciar as identidades do magistério e a demonstrar aos licenciandos a viabilidade de articular o conhecimento químico ao conhecimento pedagógico.

A ampliação do número de formadores preparados oportunizará que os futuros professores vivenciem práticas experimentais investigativas, com níveis de abertura

variados e contextualizadas à realidade. Esse movimento dialoga com as críticas de Pozo e Crespo (2009), que, ao analisarem diferentes modelos didáticos para o ensino de ciências, apontam que o aluno passivo não tem a oportunidade de refletir sobre seu aprendizado, ou seja, desenvolver metacognição, uma vez que o pressuposto epistemológico do modelo tradicional adotado é justamente a ausência de um diálogo cognitivo ativo. Assim, ao promover práticas investigativas, busca-se superar os limites impostos pela transmissão mecânica de saberes conceituais e favorecer a construção de aprendizagens mais dinâmicas e reflexivas.

No modelo ensino investigativo o objetivo é incentivar os estudantes a questionar e a investigar, seguindo um esquema estruturado e elaborado pelo professor. Pozo e Crespo (2009, p. 253) afirmam que, [...] “não há razão para que essa descoberta tenha de ser necessariamente autônoma senão que pode e deve ser guiada pelo professor por meio do planejamento das experiências e atividades didáticas”. Sendo assim o professor torna-se uma espécie de guia da pesquisa, procurando unir o conhecimento prévio dos estudantes com as descobertas científicas que venham posteriormente a serem feitas. O estudante chegará à resposta final já esperada pelo professor, ou seja, “tudo o que é preciso fazer, que não é pouco, é conseguir que os alunos vivam e ajam como pequenos cientistas”.

Embora os autores supracitados não estabeleçam de forma literal que o aluno passivo não desenvolve metacognição, a crítica que dirigem ao modelo tradicional/expositivo evidencia essa limitação. Nesse modelo, o estudante assume uma postura essencialmente reprodutiva, restrita à assimilação e à repetição de conteúdos, em detrimento da construção ativa do conhecimento e da reflexão sobre seus próprios processos de aprendizagem. Tal condição, conforme apontam os autores, reduz significativamente as possibilidades de desenvolvimento de dimensões mais complexas, como a metacognição. Nesse contexto, um dos pressupostos epistemológicos que sustentam o modelo tradicional é a ausência de um diálogo cognitivo ativo por parte do estudante. Nesse paradigma, o aprendiz é concebido como alguém que apenas recebe e aceita passivamente o conhecimento científico transmitido, sem participar da construção ou problematização desse saber.

A metacognição se insere como ferramenta capaz de favorecer a construção do conhecimento, o desenvolvimento da autonomia e a formação de cidadãos aptos à tomada de decisões em problemas sociais complexos (Veiga et al., 2018). Os autores concluem que ensinar a pensar é tarefa fundamental da escola atual. Inserir

a metacognição como prática pedagógica contribui para romper com a passividade imposta pelo modelo tradicional, estimulando alunos críticos, reflexivos e ativos tanto em seu processo de aprendizagem quanto em sua atuação social. Essa dimensão amplia o conceito original, demonstrando que pensar sobre o próprio pensar não se restringe à esfera individual, mas pode ser construído em interação, quando o grupo avalia e regula coletivamente o processo de aprendizagem. Assim, a integração entre práticas epistêmicas e metacognição reforça o papel crítico e reflexivo da educação científica.

Como apontam Rosa e Biazus (2022), a metacognição “constitui um suporte essencial para a aprendizagem significativa, pois envolve tanto o conhecimento do conhecimento quanto o controle executivo e autorregulador”. Atualmente, sabe-se que a relevância da metacognição para o ensino e aprendizagem é inegável. Mais do que uma habilidade cognitiva, trata-se de um processo formativo que possibilita ao estudante assumir papel ativo na construção do conhecimento, refletindo sobre seus métodos, avaliando resultados e regulando estratégias.

De acordo com Rosa et al. (2020), a metacognição, ao longo de seus cinquenta anos de consolidação teórica, passou por diferentes enfoques que ampliaram a compreensão sobre sua importância na aprendizagem, desde as concepções iniciais centradas apenas na consciência sobre o próprio pensamento até abordagens mais complexas, que incluem processos de monitoramento, planejamento, regulação e avaliação das estratégias cognitivas utilizadas pelos estudantes. Os autores destacam que essas dimensões metacognitivas não apenas favorecem o desenvolvimento de aprendizagens mais autônomas e conscientes, mas também oferecem subsídios para práticas pedagógicas inovadoras que priorizam a reflexão crítica e o protagonismo tão almejado.

Rosa et al. (2017) analisou como a metacognição tem sido abordada nas pesquisas brasileiras da última década, por meio de uma revisão sistemática de artigos publicados desde 2007. A investigação buscou identificar padrões, tendências e lacunas relacionadas à temática, apontando áreas que ainda necessitam de aprofundamento teórico e empírico. Os autores destacam, com base em Zohar e Barzilai (2013), que o uso da metacognição em sala de aula, envolvendo tanto o conhecimento quanto as habilidades metacognitivas, constitui uma estratégia de ensino altamente eficaz, exigindo formação docente específica para sua aplicação adequada. O trabalho conclui incentivando pesquisadores brasileiros a expandirem

estudos sobre o papel da metacognição como promotora da aprendizagem, especialmente no campo do ensino de Física.

A revisão de literatura realizada por Souza e Mascarenhas (2023) destaca que a formação de professores, quando orientada pela metacognição, envolve tanto ensinar de modo a favorecer o aprender a aprender, quanto promover condições para que os futuros docentes desenvolvam a capacidade de aprender a ensinar. Pesquisas recentes também evidenciaram que práticas metacognitivas favorecem a autorregulação, a reorganização crítica do conhecimento e a melhoria do desempenho e da autoconfiança dos estudantes de Química (Jacob; Barbosa; Broietti, 2025).

Os resultados desta pesquisa apontaram que a articulação entre o ensino investigativo e as SEI potencializa a aprendizagem de Ciências ao conjugar duas dimensões complementares: de um lado, a reconstrução de conceitos científicos a partir da investigação; de outro, o desenvolvimento da consciência metacognitiva sobre os processos de pensar e aprender. Como demonstram Zohar et al. (2025), cursos de formação docente que equilibram teoria e prática permitem que professores evoluam do uso intuitivo de atividades investigativas para uma prática reflexiva, na qual a metacognição é explicitamente ensinada.

Como enfatizado por Baird e Mitchell (1987), tais processos não ocorrem de forma imediata. Nesse sentido, faz-se necessário o desenvolvimento de novas pesquisas sobre a problemática, bem como a inserção gradual dessas ações, acompanhadas e avaliadas por grupos de pesquisa da área.

Respondemos assim à questão de pesquisa, mostrando indicativos de que o processo formativo atual de professores de Química tem impactado negativamente o desenvolvimento de habilidades metacognitivas. Apesar de todas as complexidades envolvidas na proposição de práticas abertas previamente discutidas, especialmente às limitações formativas iniciais e continuadas dos docentes formadores de professores, no que se refere ao tradicionalismo e logística institucional e trâmites burocráticos envolvidos principalmente na administração pública, é fundamental a inserção de abordagens que estimulem a metacognição na formação docente para que tais práticas se propaguem.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Exercer a docência no contexto atual tem sido um desafio crescente, em razão das transformações sociais, tecnológicas e culturais que impactam diretamente as práticas pedagógicas e as expectativas sobre o aprender e ensinar ciências. Os dados analisados nesta pesquisa evidenciam, de maneira consistente, a relevância da inserção intencional de práticas que desenvolvam habilidades metacognitivas na formação inicial de professores de Química, sobretudo quando articuladas a metodologias consideradas ativas, como o ensino por investigação por meio das SEI.

Desta forma, a pesquisa realizada durante a formação docente não se limitou à elaboração de atividades e diretrizes metacognitivas que possam ser reutilizadas em sala de aula no futuro (produto educacional). Os resultados analíticos mostraram que a SEI proporcionou, simultaneamente, um exercício metacognitivo. Deste modo, ao mesmo tempo em que vivencia a elaboração e a aplicação de uma sequência didática investigativa com alto grau de abertura, o licenciando é instigado a pensar sobre suas próprias aprendizagens, estratégias e desafios, fortalecendo sua autonomia e consciência profissional.

Essas reflexões, embora comuns ao final de cursos de licenciatura, são frequentemente tardias. Muitos estudantes, ao se aproximarem da conclusão do curso, começam a se questionar: "O que eu aprendi?"; "O que eu sei de Química?"; "Estou preparado para ensinar?"; "Sei os conteúdos?"; "Consigo, de fato, ensiná-los?". Esses questionamentos mostram a urgência de se promover uma formação que articule teoria e prática desde os primeiros momentos, e que valorize o desenvolvimento de competências metacognitivas como parte essencial do processo de ensinar e aprender.

Como observado nessa intervenção, os licenciandos ao serem imersos em atividades investigativas foram desafiados a refletir sobre suas estratégias cognitivas e dificuldades, promovendo um movimento reflexivo que transcende a mera assimilação de conteúdos e tende a alcançar dimensões formativas mais profundas. As manifestações dos licenciandos ao final da pesquisa apontam para aprovação da atividade proposta, indicando seu potencial formativo e relevância para a prática docente.

Por outro lado, atividades simples, ainda que tradicionais, quando inseridas em um contexto de maior autonomia e problematização, mostraram-se desafiadoras, como por exemplo a construção do filtro de água, atividade realizada para levantamento de concepções prévias. Positivamente, observou-se durante a pesquisa que os licenciandos mencionaram preocupações com questões ambientais, como o aquecimento global, e com temas sociais contemporâneos, como o racismo e a justiça ambiental. Nesse sentido a contextualização das atividades com elementos da História da Ciência foi bem acolhida pelos licenciandos, revelando-se uma ferramenta potente e necessária para promover o engajamento e a reflexão crítica.

Com relação a falta de criticidade, reiteramos e destacamos a forma avaliativa adotada pelos licenciandos na elaboração dos planos de aula, especialmente relacionado ao uso do relatório como atividade síntese, ainda amplamente predominante em aulas práticas. Embora essa forma avaliativa tenha sido criticada pelos próprios licenciandos ao longo da pesquisa, muitos deles, paradoxalmente, a mantiveram em seus planos de aula. Esse contrassenso evidencia o quanto determinadas práticas tradicionais estão enraizadas na formação docente, mesmo quando reconhecidas como pouco eficazes ou desmotivadoras. É reconhecido que a formação em Química exige, em certa medida, uma base técnica consistente. Contudo, torna-se necessário problematizar e diversificar as formas de avaliação empregadas, sobretudo quando estas desconsideram dimensões formativas fundamentais ao exercício da docência.

Nesse contexto, o desenvolvimento da metacognição torna-se especialmente relevante na formação de professores, uma vez que, ao reconhecerem suas próprias falhas ou dificuldades no processo de aprendizagem, os futuros docentes são capazes de mobilizar seus conhecimentos metacognitivos e engajar-se na regulação de suas estratégias de aprendizagem, promovendo uma prática pedagógica mais reflexiva e autônoma.

Mesmo em países com maior tradição na área, a prática metacognitiva ainda está distante das escolas, e no Brasil não é diferente. Investir na metacognição, seja na formação inicial ou continuada de professores incluindo os formadores (professores universitários) é essencial para atender às demandas atuais da educação científica. Além disso, temos que levar em conta o cenário atual, marcado pelo acesso rápido à informação, extremismo político, problemas ambientais, inteligência artificial, desvalorização docente e entre tantas demandas complexas e

multifacetadas no cotidiano escolar, requer que os professores sejam capazes não apenas de ensinar conteúdos, mas também de ensinar seus alunos a melhorar as formas de pensar e aprender.

Destacamos que esta pesquisa foi realizada logo após o período pandêmico, onde os desafios como a passividade discente e a dificuldade de concentração se intensificaram, exigindo novas abordagens e sensibilidades por parte dos formadores. Em muitos casos, o receio de baixa adesão por parte dos alunos pode levar professores a priorizar conteúdos mais expositivos, em detrimento de momentos reflexivos que, embora demandem mais esforço, são fundamentais para o desenvolvimento da consciência metacognitiva.

É importante refletir que, embora as pesquisas sobre metacognição e ensino por investigação apresentem resultados promissores, sua aplicação permanece desafiadora, por se tratar de um construto complexo, que demanda tempo e mudanças de hábitos por parte de todos os membros da Universidade. Por fim, espera-se que as reflexões apresentadas neste trabalho possam motivar novos estudos, bem como fomentar o diálogo entre pesquisadores e formadores comprometidos com a qualidade do ensino de Ciências. A articulação entre metodologias investigativas e abordagens metacognitivas revela-se estratégica para a formação de professores reflexivos, capazes de promover aprendizagens significativas e socialmente relevantes.

Outro agravante é a formação pedagógica deficitária dos formadores das disciplinas específicas, onde muitos docentes universitários nem licenciados são. Tal resistência pode também estar relacionada a fatores logísticos, como a aquisição de materiais, a adequação da infraestrutura técnica, a necessidade de padronização e de ajustes frente às novas práticas, entre outros. Isso se torna ainda mais evidente em cursos como o de Química, nos quais grande parte das atividades experimentais envolve o uso de itens consumíveis. Por outro lado, investir na promoção da metacognição não implica custos elevados, configurando-se como uma estratégia essencial e altamente benéfica, onde todos os graduandos das disciplinas básicas comuns poderiam se beneficiar dessa abordagem, incluindo os docentes e estudantes dos cursos de bacharelado.

Tais práticas, associadas ao ensino investigativo mostraram-se capazes de contribuir significativamente para o desenvolvimento da autonomia, da autorregulação e da consciência crítica dos futuros docentes em relação aos próprios processos de

aprendizagem e de ensino. Ao serem imersos em atividades investigativas e organizadas (SEI) os licenciandos, ora como alunos ora como futuros professores, foram desafiados a refletir sobre suas concepções, estratégias cognitivas e dificuldades, promovendo um movimento de aprendizagem que transcende a mera assimilação de conteúdos e alcança dimensões formativas mais profundas.

Os resultados revelaram não apenas indícios do desenvolvimento da consciência metacognitiva, mas também evidenciaram a predominância de lacunas metacognitivas. Fato esse relacionado a uma formação pautada no uso de roteiros preestabelecidos, em atividades sem abertura à problematização, com foco na formação técnica e descoladas da realidade das escolas públicas. Assim, a compreensão da metacognição e de metodologias que favoreçam sua autorregulação consolida-se como eixo estruturante da formação docente, promovendo o protagonismo dos licenciandos e a construção de práticas pedagógicas mais reflexivas e conscientes.

Nessa direção, as SEI constituem-se como um recurso metodológico capaz de materializar esse equilíbrio, promovendo tanto o domínio conceitual quanto a formação pedagógica. Outro ponto central é a responsabilidade docente: professores formadores precisam desenvolver suas próprias habilidades metacognitivas para poder criar ambientes de aprendizagem reflexivos, cujas ações explícitas ou implícitas se propaguem e incentivem seus futuros alunos a fazerem o mesmo.

Como desdobramentos deste estudo, vislumbram-se ações voltadas tanto para a formação inicial quanto para a formação continuada de professores, incluindo os formadores universitários que atuam nas disciplinas básicas, experimentais e teóricas. Todas essas iniciativas convergem para o fortalecimento da metacognição como princípio formativo, investigativo e didático.

No âmbito da formação inicial de professores, pretende-se aprimorar a pesquisa aqui apresentada, oferecendo novas oficinas formativas baseadas em intervenções explícitas, nas quais os licenciandos possam compreender, vivenciar e aplicar estratégias metacognitivas, bem como acompanhar seus impactos em situações reais de ensino. Estas investigações, realizadas em médio e longo prazo, buscarão integrar teoria, ação e prática de forma crítica, promovendo a reflexão sobre o processo de aprendizagem, a tomada de decisões didáticas e o desenvolvimento da autonomia intelectual, que são aspectos fundamentais para a constituição da identidade docente.

Já no contexto da formação continuada, serão propostas ações formativas direcionadas aos professores em exercício, incluindo os docentes universitários das áreas específicas que não possuem formação pedagógica, ampliando a consciência crítica sobre a responsabilidade epistemológica que exercem principalmente na formação de futuros professores. Por meio de oficinas reflexivas, espera-se promover a construção coletiva de saberes, favorecendo práticas inovadoras, contextualizadas e integradoras, com benefícios para o ensino e a aprendizagem. O objetivo é fomentar discussões sobre as contribuições do saber metacognitivo na formação, possibilitando que esses profissionais conheçam e se apropriem desse recurso, essencial para educação dos dias de hoje, independentemente da ênfase ser licenciatura ou bacharelado.

Na educação básica, pretende-se elaborar e implementar oficinas de atualização docente voltadas a professores em exercício, com o intuito de apresentar aos docentes o que é a metacognição e como inserir estratégias metacognitivas no planejamento de aulas, no desenvolvimento de sequências didáticas. Esse movimento torna-se ainda mais relevante diante das mudanças recentes na organização escolar, como a reestruturação curricular, a redução de carga horária para algumas áreas e a implementação dos itinerários formativos. Tais ações possibilitarão investigar os efeitos da metacognição no cotidiano escolar e sua contribuição para aprendizagem, contribuindo na elaboração de práticas pedagógicas mais reflexivas metacognitivamente.

Por fim, como continuidade desta investigação, propõe-se a elaboração de novas Sequências de Ensino Investigativas (SEI) abordando diferentes temáticas das Ciências Naturais, com inserção explícita de instrumentos de mediação metacognitiva. Busca-se, com isso, ampliar o corpus de pesquisa na área, bem como analisar a pertinência e a aplicabilidade das SEI em diferentes contextos educativos e níveis de ensino.

Além das ações propostas, pretende-se também ampliar a divulgação científica dos resultados desta pesquisa por meio da publicação de artigos em periódicos da área de Ensino de Ciências, relatando as contribuições do conhecimento metacognitivo na formação inicial de professores e sua relevância para o desenvolvimento da autonomia docente. Da mesma forma, projeta-se a publicação de um artigo específico sobre o Guia Metacognitivo elaborado e aplicado nesta pesquisa, evidenciando sua pertinência como instrumento de mediação reflexiva em atividades

experimentais na formação inicial de professores de química, considerando o licenciando em sua dupla condição de sujeito aprendiz e futuro professor.

Prevê-se também a publicação da oficina intitulada “A História Química de uma Vela”, apresentando sua fundamentação teórico-metodológica, o conjunto de questões elaboradas para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas específicas para a temática, bem como a proposta de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) utilizada nessa pesquisa como recurso didático e metodológico para intervenção. Tal oficina será divulgada como produto educacional de caráter replicável, com potencial de aplicação tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores, através de uma abordagem investigativa e metacognitiva frutuosa.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Como desdobramentos deste estudo, vislumbram-se ações voltadas tanto para a formação inicial quanto para a formação continuada de professores, incluindo os formadores universitários que atuam nas disciplinas básicas, experimentais e teóricas. Todas essas iniciativas convergem para o fortalecimento da metacognição como princípio formativo, investigativo e didático.

No âmbito da formação inicial de professores, pretende-se aprimorar a pesquisa aqui apresentada, oferecendo novas oficinas formativas baseadas em intervenções explícitas, nas quais os licenciandos possam compreender, vivenciar e aplicar estratégias metacognitivas, bem como acompanhar seus impactos em situações reais de ensino. Estas investigações, realizadas em médio e longo prazo, buscarão integrar teoria, ação e prática de forma crítica, promovendo a reflexão sobre o processo de aprendizagem, a tomada de decisões didáticas e o desenvolvimento da autonomia intelectual, que são aspectos fundamentais para a constituição da identidade docente.

Já no contexto da formação continuada, serão propostas ações formativas direcionadas aos professores em exercício, incluindo os docentes universitários das áreas específicas que não possuem formação pedagógica, ampliando a consciência crítica sobre a responsabilidade epistemológica que exercem principalmente na formação de futuros professores. Por meio de oficinas reflexivas, espera-se promover a construção coletiva de saberes, favorecendo práticas inovadoras, contextualizadas e integradoras, com benefícios para o ensino e a aprendizagem. O objetivo é fomentar

discussões sobre as contribuições do saber metacognitivo na formação, possibilitando que esses profissionais conheçam e se apropriem desse recurso, essencial para educação dos dias de hoje, independentemente de a ênfase ser licenciatura ou bacharelado.

Na educação básica, pretende-se elaborar e implementar oficinas de atualização docente voltadas a professores em exercício, com o intuito de apresentar aos docentes o que é a metacognição e como inserir estratégias metacognitivas no planejamento de aulas, no desenvolvimento de sequências didáticas. Esse movimento torna-se ainda mais relevante diante das mudanças recentes na organização escolar, como a reestruturação curricular, a redução de carga horária para algumas áreas e a implementação dos itinerários formativos. Tais ações possibilitarão investigar os efeitos da metacognição no cotidiano escolar e sua contribuição para aprendizagem, contribuindo na elaboração de práticas pedagógicas mais reflexivas metacognitivamente.

Por fim, como continuidade desta investigação, propõe-se a elaboração de novas Sequências de Ensino Investigativas (SEI) abordando diferentes temáticas das Ciências Naturais, com inserção explícita de instrumentos de mediação metacognitiva. Busca-se, com isso, ampliar o corpus de pesquisa na área, bem como analisar a pertinência e a aplicabilidade das SEI em diferentes contextos educativos e níveis de ensino.

Além das ações propostas, pretende-se também ampliar a divulgação científica dos resultados desta pesquisa por meio da publicação de artigos em periódicos da área de Ensino de Ciências, relatando as contribuições do conhecimento metacognitivo na formação inicial de professores e sua relevância para o desenvolvimento da autonomia docente. Da mesma forma, projeta-se a publicação de um artigo específico sobre o Guia Metacognitivo elaborado e aplicado nesta pesquisa, evidenciando sua pertinência como instrumento de mediação reflexiva em atividades experimentais na formação inicial de professores de química, considerando o licenciando em sua dupla condição de sujeito aprendiz e futuro professor.

Prevê-se também a publicação da oficina intitulada “A História Química de uma Vela”, apresentando sua fundamentação teórico-metodológica, o conjunto de questões elaboradas para o desenvolvimento de habilidades metacognitivas específicas para a temática, bem como a proposta de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) utilizada nessa pesquisa como recurso didático e metodológico

para intervenção. Tal oficina será divulgada como produto educacional de caráter replicável, com potencial de aplicação tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores, através de uma abordagem investigativa e metacognitiva frutuosa.

REFERÊNCIAS

- ARRIGO, V. et al. Desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de uma licencianda em química no estágio supervisionado. **Educação em Revista**, v. 38, 2022.
- AUSUBEL, D. P. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- BAIRD, J. R.; MITCHELL, I. J. (Ed.). **Improving the Quality of Teaching and Learning**: An Australian Study Case, the PEEL Project. Monash University Printery, 1987.
- BALDINATO, J. O.; PORTO, P. A. Michael Faraday e a história química de uma vela: um estudo de caso sobre a didática da ciência. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 16-23, 2008.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BLAZUS, M. de O. Estratégias metacognitivas no ensino de Física: análise de uma intervenção didática no Ensino Médio. 2021. 277 f. 2021. Tese de Doutorado. **Tese** (Doutorado em Educação). Fundação Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2021.
- BLAZUS, M. de O.; ROSA, C. T. W. da. Estratégias metacognitivas: aprendizagem e ensino. In: ROSA, C. T. W. da; DARROZ, L. M. (org.) **Cognição, linguagem e docência [recurso eletrônico]**: aportes teóricos. Cruz Alta: Ilustração, 2022.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORKOWSKI, J. G.; PRESSLEY, M. "Spontaneous" strategy use: Perspectives from metacognitive theory. **Intelligence**, v. 11, p. 61-75, 1987.
- BOSZKO, C.; ROSA, C. T. W.; DELORD, G. C. C. Metacognição: entendimento e modelos. In: ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. (org.) **Cognição, linguagem e docência**: aportes teóricos. Cruz Alta: Ilustração, p. 35-61, 2022.
- BRABO, J. C. Metacognição, ensino-aprendizagem e formação de professores de ciências. **Amazonia**: Revista de educação em ciências e matemáticas, v. 14, n. 29, p. 1-9, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação básica. Brasília: MEC, 2018.
- BROWN, A. L. Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In: Glaser, R. (Ed.). **Advances in instructional psychology** **Hillsdale**, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, n. 1, p. 77-165, 1978.

BROWN, A. L. Metacognition: The development of selective attention strategies for learning from texts. In: KAMIL, M. L. (Ed.) **Directions in Reading: Research and Instruction**. Washington, DC: National Reading Conference, p. 21-43, 1981.

BROWN, A. L.; BRANSFORD, J. D.; FERRARA, R. A.; CAMPIONE, J. C. Learning, remembering, and understanding. In: FLAVELL, J. H.; MARKMAN, E. M. (Ed.). **Handbook of child psychology: Cognitive development**. New York: Wiley, p. 77-166, 1983.

BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: Weinert, F. E.; Kluwe, R. H. (Eds.). **Metacognition, motivation and understanding**, Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, p. 65-116, 1987.

CANAL, P.; PORLAN, R. Enseñanza-aprendizaje por investigación: La urgente necesidad de un modelo didáctico global. In: IV Jornadas de Estudio sobre la Investigación en la Escuela, 4., 1986, Sevilla. **Actas [...]** Sevilla: Universidad de Sevilla, 1986.

CANAL, P.; PORLÁN, R. Investigando la realidad próxima: Un modelo didáctico alternativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 89-96, 1987.

CANAL, P.; PORLÁN, R. Bases para un programa de investigación en torno a un modelo didáctico de tipo sistémico e investigativo. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 6, n. 1, p. 54-60, 1988.

CANEN, A.; MOREIRA, A. F. B. Reflexões sobre o multiculturalismo na escola e na formação docente: ênfases e omissões no currículo. **Revista Brasileira de Educação**, v. 16, n. 46, p. 15-28, 2001.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CASE, R. **Intellectual development: birth to adulthood**. New York: Academic Press, 1985.

CASTELAN, S. S.; RINALDI, C. A Atividade Experimental no Ensino de Ciências Naturais: Contribuições e Contrapontos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 306-320 [em linha], 2018.

CAVANAUGH, J. C.; PERLMUTTER, M. Metamemory: A critical examination. **Child Development**, v. 53, p. 11-28, 1982.

CORREIA, N. N. G. Mapeamento da percepção do sistema metacognitivo na aprendizagem em Física: um estudo dos relatos de estudantes do ensino médio.

2020. **Tese** (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2020.

CROSS, D. R.; PARIS, S. G. Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. **Journal of educational psychology**, v. 80, n. 2, p. 131, 1988.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A. A problemática do ensino de ciências: tendências e alternativas. **Cadernos CEDES**, v. 15, n. 36, 1994.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

DEWEY, J. **Democracy and education**: na introduction to the philosophy of education. New York, 1916.

EFKLIDES, A. How does metacognition contribute to the regulation of learning? An integrative approach. **Psihologijske teme**, v. 23, n. 1, p. 1-30, 2014.

EFKLIDES, A. Metacognition: Defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regualtion. **European Psychologist**, v. 13, n. 4, p. 277-287, 2008.

FARADAY M., **The Chemical History of a Candle**. Ed. Chatto e Windus, 1908 (1860).

FARADAY, Michael. **História Química de uma Vela**. Tradução e notas de Paulo Sérgio Farani Cortez. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. de. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

FIGUEIRA, A. P. C. Estratégias cognitivo/comportamentais de aprendizagem: problemática conceptual e outras rubricas. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 6, n. 37, 2006.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L. B. (Ed.). **The Nature of Intelligence**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 231-235, 1976.

FLAVELL, J. H.; WELLMAN, H. M. Metamemory. In: KAIL, R. V.; HAGEN, J. W. (Ed.). **Perspectives on the development of memory and cognition**. Hillsdale, NJ: LEA, p. 3-33, 1977.

FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive—developmental inquiry. **American psychologist**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

FLAVELL, J. H. Cognitive monitoring. In: DICKSON, W. P. (Ed.). **Children's Oral Communication Skills**. New York: Academic, p. 35-60, 1981.

FLAVELL, J. H.; MILLER, P. H.; MILLER, S. A. **Desenvolvimento cognitivo** (Trad. Claudia Dornelles). Porto Alegre: Artmed. 1999.

FONSECA, C. V.; SANTOS, F. M. T. A formação de professores de química no Rio Grande do Sul: estudo das estruturas curriculares das licenciaturas. **Revista e-curriculum**, v. 16, n. 3, p. 721-750, 2018.

FOUREZ, G. **Alfabetização científica e tecnológica**. Porto Alegre: Artmed, 1995.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e terra, 2014.

FREITAS, E. L. Alguns aspectos da linguagem científica. **Sitientibus**, n.12, p. 101-112, 1994.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 02, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M. C.; AUTH, M.; MORAIS, R.; MANCUSO, R. (orgs.). **Construção curricular em rede na educação em ciências**: uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

GAUTHIER, C. et al. **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Unijuí, 2006.

GAZOLA, R. J. C. A proposta de ensino por investigação e o processo de formação inicial de professores de ciências: reflexões sobre a construção de um modelo didático pessoal. 2013. **Dissertação** (mestrado) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2013.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R. **Neurociência cognitiva**: a biologia da mente. Artmed, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2009.

GOBARA, S. T.; GARCIA, J. R. B. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 29, p. 519-525, 2007.

GOMES, C. A. A importância do erro na aprendizagem de Ciências: uma abordagem construtivista. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 45-56, 2005.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. A formação de professores e experimentação investigativa em ciências: Uma revisão de literatura. **Revista Pedagógica**, v. 27, n. 1, p. e8106-e8106, 2025.

GUARDA, D. et al. Validação de instrumento de avaliação da metodologia ativa de sala de aula invertida. **Educação e pesquisa**, v. 49, 2023.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. Competing paradigms in qualitative research. In: DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Yvonna S. (Org.). **Handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage Publications p. 105–117, 1994.

GUEDES, K. A. et al. Abordagem investigativa nas aulas de ciências envolvendo estudantes com autismo. 2023. **Monografia** (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, 2023.

HALLER, E. P. et al. Can comprehension be taught? A quantitative synthesis of “metacognitive” studies. **Educational researcher**, v. 17, n. 9, p. 5-8, 1988.

HATTIE, J. **Visible learning for teachers**: maximizing impact on learning. New York: Routledge, 2012.

HENNESSEY, M. G. **Probing the Dimensions of Metacognition**: Implications for Conceptual Change Teaching-Learning. 1999.

HODSON, D. **Redirecionando o ensino de ciências**. Campinas: Papirus, 1993.

JACOB, J. M.; BARBOSA, I. P.; BROIETTI, F. C. D. Experiências Metacognitivas na Formação de Futuros Professores de Química. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 27, p. e53242, 2025.

JIMÉNEZ-VALVERDE, G.; LLOBERA-JIMÉNEZ, R.; LLITJÓS-VIZA, A. La atención a la diversidad en las práctica de laboratorio de química: los niveles de abertura. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 24, n. 1, p. 59-70, 2006.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701–705, 1993.

KOLB, B.; WHISHAW, I. Q. **Neurociência do comportamento**: uma introdução à neurociência comportamental. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

KUHN, D.; DEAN, D. Metacognition: A bridge between cognitive psychology and educational practice. **Theory Into Practice**, v. 43, n. 4, p. 268-273, 2004.

KÜLL, C. R.; VOLANTE ZANON, D. A. A investigação no ensino de ciências e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5241-5246, 2017.

LAI, E. R. Metacognition: A literature review research report. **Research Reports**, v. 41, 2011.

LAVOISIER, A. L. **Memoire sur la combustion dès chandelles, en Oeuvres de Lavoisier**, 1864 (1776), p. 184. Imprimerie Imperiale: Paris

LAVOISIER, A. L. **Traité élémentaire de chimie**, 1864 (1789), p. 245. Disponível online em: <http://www.lavoisier.cnrs.fr/ice/ice_book_detail-fr-text-lavosier-Lavoisier-89-6.html>.

LEMKE, J. L. **Talking science**: Language, learning, and values. Ablex Publishing Corporation, 355 Chestnut Street, Norwood, NJ 07648 (hardback: ISBN-0-89391-565-3; paperback: ISBN-0-89391-566-1)., 1990.

LEON, L. B. de; ONÓFRIO, F. Q. Aprendizagem Baseada em Problemas na graduação médica—uma revisão da literatura atual. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 39, p. 614-619, 2015.

LIMA, E. C. de; CUNHA, Z. M. R. **Cognição, aprendizagem e desenvolvimento**: fundamentos psicológicos da educação. São Paulo: Cortez, 2016.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. Afonso de. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAGALHÃES, P. P. Sequências de ensino investigativas (SEI) e aprendizagem baseada em problemas (PBL): aproximações teórico-metodológicas e suas contribuições aos alunos de medicina em fase inicial de formação. 2020. **Dissertação** (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências, Bauru, 2020.

MAGALHÃES, P. P.; ZULIANI, S. R. Q. A. Contribuições das sequências de ensino investigativas (SEI) aos alunos de medicina em imersão na PBL. **Amazonia**: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, v. 16, n. 36, p. 23-38, 2020.

MAGALHÃES, P. P. et al. Bioquímica e função renal: utilizações de sequências didáticas com enfoque investigativo para reaproximação de conceitos específicos. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, p. 404-413, 2020a.

MAGALHÃES, P. P. et al. Sequências de ensino investigativas envolvendo CTSA: a biomassa como tema gerador do processo de aprendizagem de conceitos químicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 3, 2020b.

MAGALHÃES, P. P. et al. Identificando relações interdisciplinares em Sequência de Ensino Investigativa aplicada por meio da análise de Mapas Conceituais. **Educação Química em Ponto de Vista**, 2023.

MARAGLIA, P. H. et al. Produção bibliográfica sobre a metacognição na formação de professores: mapeando o cenário brasileiro. In: **III Congresso Nacional de Educação**, Natal, Rio Grande do Norte. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO_EV056_MD1_SA4_ID9657_11082016102347.pdf>. 2016.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

MARTINEZ, M. E. What is metacognition? **Phi Delta Kappan**, p. 696-699, 2006.

MARTINS, É. Uma perspectiva histórica do Ensino das Ciências Experimentais. **Revista Performar**, v. 13, 2006.

MATTOS, K. R. C. et al. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 18, n. 40, p. 22-34, 2022.

MELO, W. V.; BIANCHI, C. S. Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p.43-59, 2015.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 1994.

MIRANDA, M. de S.; MARCONDES, M. E. R.; SUART, R. de C. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015.

MONEREO, C. et al. **Estratégias de enseñanza y aprendizaje: formación del profesorado y aplicación en la escuela**. Barcelona: Editora Graó, 1994.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 9, p. 191-211, 2003.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, p. 02-25, 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2011.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Ensino de química: fundamentos e métodos**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Formação de conceitos científicos na sala de aula: o papel do professor em uma perspectiva sociocultural. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 113-132, 2000.

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

MOTA, A. R. et al. Estações laboratoriais como promotoras da mobilização de práticas epistêmicas e manifestações metacognitivas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 29, n. 2, p. 515-538, 2024.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 9, n. 01, p. 89-111, 2007.

NELSON, T. O.; NARRENS, L. Metamemory: A theoretical framework and new findings. In: BOWER, G. H. (Ed.). **The Psychology of Learning and Motivation**. New York: Academic Press, v. 26, p. 125-173, 1990.

NELSON, T. O.; NARRENS, L. Why investigate metacognition? In METCALFE, J.; SHIMAMURA, A. P. (Ed.). **Metacognition. Knowing about knowing**. Cambridge, MA: MIT Press, p. 1-27, 1996.

OLIVEIRA, A. L. de; OBARA, A. T. O ensino de ciências por investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 65-87, 2018.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 13 jul. 2025.

PAIXÃO, V. V. et al. Revisão sistemática sobre usos e aplicações da metodologia ativa estudo de caso no ensino brasileiro. **# Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2024.

PARIS, S. G.; WINOGRAD, P. How metacognition can promote academic learning and instruction. In: JONES, B. F.; IDOL, L. (Eds.). **Dimensions of Thinking and Cognitive Instruction**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 15-51, 1990.

PASQUALETTO, T. I. et al. Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 551-577, 2017.

PASSOS, M. M. et al. Domínios da metacognição: quais percepções os estudantes têm sobre eles? **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 12, n. 4, p. 19-34, 2022.

PAUL, R.; ELDER, L. **The art of asking essential questions: based on critical thinking concepts and Socratic principles**. Lanham: Rowman & Littlefield, 2019.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>. Acesso em: 25 jun. 2025.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C. **Docência no ensino superior**, 4. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

PORLÁN, R. A. Didáctica de las ciencias con conciencia. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 36, n. 3, p. 0005-22, 2018.

PORLÁN, R. A.; GARCÍA, A. R.; DEL POZO, R. M. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. **Enseñanza de las ciencias**, Revista de investigación y experiencias didácticas, v. 15, n. 2, p. 155-171, 1997.

PORTILHO, E. M. L. et al. Metacognition as methodology for continuing education of teachers. **Creative Education**, v. 7, n. 01, p. 1, 2016.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

PRADO, G. F. Metodologias Ativas no Ensino De Ciências: um estudo das relações sociais e psicológicas que influenciam a aprendizagem. **Tese** (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019.

PRIESTLEY, J. **An Account of Further Discoveries in Air**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1683-1775 (Vols. 66-177). p.387, 1775. Disponível online em: <<http://www.jstor.org/stable/106209?seq=1>> Acesso em: 20/05/2012.

PROUST, J. **The philosophy of metacognition**: mental agency and self-awareness. OUP Oxford, 2013.

ROCHA, C. J. T. D.; FARIAS, S. A. D. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. **REAMEC**-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, 2020.

ROSA, C. T. W. A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física. **Tese** (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011.

ROSA, C. T. W. **Metacognição no ensino de Física**: da concepção à aplicação. 1. ed. Passo Fundo: UPF Editora, 2014.

ROSA, C. T. W.; BIAZUS, M. O. Estratégias metacognitivas: aprendizagem e ensino. In: ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M. (org.). **Cognição, linguagem e docência**: aportes teóricos. Cruz Alta: Ilustração, p. 15-33, 2022.

ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M.; ROSA, A. B. Discussões atuais e perspectivas futuras nas pesquisas brasileiras sobre metacognição e ensino de Física.

Enseñanza de las ciencias, v. extra, p. 4245-4257, 2017.

ROSA, C. T. W.; MENESES VILLAGRÁ, J. A. Contribuições para a qualificação de professores de Física em formação inicial: impactos sobre o uso de estratégias metacognitivas na resolução de problema. **REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN (IMPRESA)**, v. 77, p. 75-96, 2018.

SÁ, C. S. S.; SANTOS, W. L. P. Constituição de identidades em um curso de licenciatura em química. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, p. 315-338, 2017.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. del P. B. **Metodologia de pesquisa**. Porto Alegre: Penso, 2006.

SANTOS, D. B.; AFFONSO, A. L. S.; KATAOKA, A. M. Contribuições da Educação Ambiental Crítica para abordagem CTSA. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 3, p. 418-135, 2020.

SANTOS, D. R. C. M. dos; LIMA, L. P.; GIROTTI, G. A formação de professores de Química, mudanças na regulamentação e os impactos na estrutura em cursos de Licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 43, n. 7, p. 977-986, 2020.

SANTOS, D. S. et al. Um estudo sobre o ensino superior noturno na perspectiva de estudantes trabalhadores do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na UESB. **Revista de Iniciação à Docência**, v. 4, n. 2, p. 25-40, 2019.

SANTOS, F. M.; MORTIMER, E. F. A construção de significados no ensino de ciências: contribuições da teoria da aprendizagem significativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 133–153, 2002.

SANTOS, L. R.; MENEZES, J. A. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SARTORI, J.; LONGO, M. Práticas investigativas no ensino de ciências na educação básica. **REAMEC**—Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, v. 9, n. 3, 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Construção de indicadores de letramento científico para avaliar atividades de ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 135–153, 2008.

SASSERON, L.; BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. Aspectos da natureza das Ciências em sala de aula: exemplos do uso de textos científicos em prol do processo de Alfabetização Científica dos estudantes. **Aprendendo ciência e sobre sua**

natureza: abordagens históricas e filosóficas, p. 265-276, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, p. 49-67, 2015.

SCHRAW G.; DENNISON, R. S. Assessing Metacognitive Awareness. **Contemporary Educational Psychology**, n. 4, p. 460–475, 1994.

SCHRAW, G.; MOSHMAN, D. Metacognitive theories. **Educational Psychology Review**, v. 7, n. 4, p. 351-371, 1995.

SCHRAW, G. Promoting general metacognitive awareness. **Instructional Science**, v. 26, p. 113-125, 1998.

SCHRAW, G. et al. Promoting Self-Regulation In: **Science Education: Metacognition As Part Of A Broader Perspective On Learning**. Research In Science Education, v. 36, p. 111-139, 2006.

SILVA, J. A. da; BAPTISTA, G. C. S. A formação do professor para o ensino de ciências intercultural: reflexões e proposições a partir da narrativa de uma professora-pesquisadora. **Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**, v. 10, 2015.

SILVA, O. B.; QUEIROZ, S. L. Produção acadêmica sobre a formação de professores de química no Brasil: focos temáticos das dissertações e teses defendidas no período de 2001 a 2010. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 271-304, 2017.

SILVA, W. D. A.; BRAVO, C. C.; CARNEIRO, S. Formação de professores de Química no Brasil: formar para a docência ou para a indiligência pedagógica? **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 8, n. 25, 2022.

SILVA, W. D. A.; SANTOS GOMES, S. dos. Químicos bacharéis que formam professores na Licenciatura em Química: saberes, práticas e concepções docentes. **Revista Cocar**, 2023.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em ensino de ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, 2018.

SOUZA, J. S. S. de; MASCARENHAS, S. A. do N. Estilos de ensino: definições, características e possibilidades para a formação docente. **Revista Diálogo Educacional**, v. 23, n. 78, p. 1291-1307, 2023.

SOUZA, M. G. P.; LIMA, R. A. A vivência do estágio supervisionado e as contribuições do pibid para a formação dos licenciandos em ciências: biologia e química. **Iniciação & Formação Docente**, v. 6, n. 1, p. 153 a 167-153 a 167, 2019.

STEVENS, R. **The question as a measure of efficiency in instruction**: a critical study of class-room practice. New York: Teachers College, Columbia University, 1912.

SUART, R. de C. Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em atividades experimentais investigativas. 2008. **Dissertação** (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2008.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

SUART, R. de C. Formação inicial de professores de química: o processo de reflexão orientada visando o desenvolvimento de práticas educativas no ensino médio. 2016. **Tese** (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2016.

TAHA, M. S. et al. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em ensino de ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016.

TARRICONE, P. **The Taxonomy of Metacognition**. East Sussex: Psychology Press, 2011.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

THOMAS, G.; MCROBBIE, C. J. Using a metaphor for learning to improve students' metacognition in the chemistry classroom. **Journal of Research in Science Teaching**: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, v. 38, n. 2, p. 222-259, 2001.

THOMAS, G; MEE, D. Changing the learning environment to enhance students' metacognition in Hong Kong primary school classrooms. Learning. **Environments Research**, v.8, n.3, p.221-243, 2005.

THOMAS, G. et al. Development of an instrument designed to investigate elements of science students' metacognition, self-efficacy and learning processes: The SEMLI-S. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 13, p. 1701-1724, 2008

THOMAS, G. Metacognition in science education: past, present, and future considerations. In: FRASER, B; TOBIN, K; MCROBBIE, C. (Eds.). **Second International Handbook of Science Education**. 2. ed. [S.l.]: Springer, p.131-144, 2012.

THOMAS, G. Changing the metacognitive orientation of a classroom environment to stimulate metacognitive reflection regarding the nature of physics learning. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 7, p. 1183-1207, 2013.

VAUX, C. (tradutor). Les Pneumatiques de Philon de Byzance. **Tiré de Notices Et extraits des manuscrits de la bibliothèque nationale et autres bibliothèques**, tome XXXVIII, Imprimerie nationale, Paris, p. 127, 1902. Disponível online em : <<http://www.archive.org/stream/lelivredesappar00philgoog#page/n141/mode/1up>>. Acesso em: 26/05/2025.

VEEMMAN, M. V. J.; VAN HOUT-WOLTERS, B. H. A. M.; AFFLERBACH, P. Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. **Metacognition and Learning**, v. 1, n. 1, p. 3-14, 2006.

VEIGA, L. L. A. et al. A importância de ensinar a pensar na escola: uso da metacognição como tecnologia para o processo de ensino-aprendizagem de ciências. **Revista de Educação em Ciências e Saúde**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2018.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, v. 3, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WARTHA, E. J. et al. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WEINERT, F. E. Introduction and overview: Metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (Eds.). **Metacognition, Motivation, and understanding**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 1-16, 1987.

WELLMAN, H. M. Metamemory revisited. In: CHI, M. (Ed.). **Trends in Memory Development Research: Contributions to Human Development**. Basel: Karger, p. 31-51, 1983.

WELLMAN, H. M. **The child's theory of mind**: The development of conscious cognition. The growth of reflection in children. San Diego, Academic Press, 1985.

WELLMAN, H. M. **The child's theory of mind**. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.

WHITEBREAD, D. et al. The development of two observational tools for assessing metacognition and self-regulated learning in young children. **Metacognition and Learning**, v. 4, p. 63- 85, 2009.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário**: seu cenário e seus protagonistas. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZOHAR, A. et al. Improving the balance between theory and practice: New insights from professional development courses about teaching thinking and metacognition. **Teaching and Teacher Education**, v. 165, p. 105178, 2025.

ZOHAR, A.; BARZILAI, S. **A review of research on metacognition in science education: current and future directions.** *Studies in Science Education*, v. 49, n. 2, p. 121-169, 2013.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ZULIANI, S. R. Q. A. A utilização da Metodologia Investigativa na Aprendizagem de Química Experimental. 2000. **Dissertação** (Mestrado em Educação para as Ciências). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

APÊNDICES

- A Termo de Consentimento
- B Questionário 1
- C Roteiro para elaboração do Plano de Aula “Água”.
- D Questionário 2
- E SEI “A História Química de uma Vela”
- F Entrevista 1 (para alunos)
- G Entrevista 2 (para docente)

Apêndice A
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA REALIZAÇÃO DE
PESQUISA ACADÊMICA

Estou sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada “EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEI) NA METACOGNIÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM FASE FINAL DE FORMAÇÃO” que tem como objetivo avaliar as contribuições das SEI na fundamentação aprendizado ativo (independente) através do treinamento da metacognição aprimorada em professores de química em fase final de formação.

Estou ciente dos métodos de coleta de dados que serão utilizados para a pesquisa, que podem ser filmagens, questionários e entrevistas. Fui informado de que os resultados da pesquisa podem ser publicados, mas que meu nome ou identificação não serão expostos. Qualquer dúvida em relação à pesquisa e/ou à minha participação, antes ou depois de meu consentimento, será respondida pela pesquisadora responsável. Estou ciente também de que a qualquer momento durante o processo posso desistir da participação. Declaro que, após devidamente esclarecido e informado sobre a pesquisa em questão, consinto em participar deste estudo.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de 2022.

Nome completo: _____

Telefone: (____) _____

RG: _____ CPF: _____

Assinatura do(a) participante: _____

Muito obrigada! Estamos juntos!

Pesquisadora Responsável: Prislaine Pupolin Magalhães

Telefone: (14) 99126-8585

E-mail: Prislaine.magalhaes@unesp.br

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Telefone: (14)3103-6081

E-mail: silvia.zuliani@ unesp.br

Apêndice B - Questionário 1

Ênfase em atividades experimentais realizadas ao longo da formação.

De maneira geral, como aluno da graduação em licenciatura em química responda.

Justifique SEMPRE as suas respostas!

1. De maneira geral, você se interessa pelas aulas experimentais? Por quê?
2. Você vê sentido na suas aulas experimentais? Explique.
3. Você realiza a leitura dos roteiros antes da aula experimental? Por quê?
4. Você vê relação das atividades práticas com o conteúdo teórico e o conhecimento prévio do conteúdo? Explique.
5. Quando você inicia a aula prática, você sabe o que e por que irá fazer tal atividade? Explique.

6. Você tem o hábito de perguntar suas dúvidas quando você não entende? A quem recorre nesses casos? Por quê?

7. Você lê todas as instruções do roteiro ou realiza pesquisas antes pedir ajuda? Justifique.

8. Durante a aula de laboratório, você faz um planejamento de tempo para cada etapa? Por que e como?

9. Você faz anotações extras durante a experiência? Quais e como?

10. Você já pensou em mudar/readaptar algum roteiro experimental? Por quê e como?

11. Você sempre atinge os objetivos da experiência? Justifique.

12. Quando você termina uma aula você sente que aprendeu algo relevante?
Explique.

13. Não terminar uma aula prática, você reflete como ela está associada com sua
carreira como professor? Como?

14. Você acredita que o método de avaliação das atividades experimentais é eficaz?
De que maneira?

Apêndice C - Roteiro para elaboração do Plano de Aula
Temática “Água”

PLANO DE AULA COM EXPERIMENTAÇÃO UTILIZANDO “METODOLOGIAS ATIVAS”

PROFESSOR(A):

ANO	NÚMERO DE AULAS	DATA

PLANO DE AULA (S)

TEMA:

OBJETIVOS

GERAL:

ESPECÍFICOS:

CONTEÚDO

[illegible]

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM
--

RECURSOS DISPONÍVEIS

PARA O EXPERIMENTO:

Água e terra Pipeta Pasteur de plástico Copos de acrílico de 25 mL - 4 unidades Solução de hidróxido de cálcio 6 g/L Solução de sulfato de alumínio 15 g/L Tubetes – 10 unidades
--

Colherinhas de acrílico – 2 unidades
 Indicador universal verde - 1 frasco com 10 mL
 Tubo tipo Falcon 50 mL furado (para filtro) - 1 unidade
 Pedra grossa – 1 pote com 50g
 Pedra fina – 1 pote com 50g
 Areia – 1 pote com 50g
 Carvão ativo granulado – 1 pote com 20g
 Algodão – 1 bola
 Gaze - 1 pedaço
 Indicador universal verde e tubetes

REFERÊNCIAS

- **Básica:**

- **Complementar:**

Apêndice D - Questionário 2

Argumente ou justifique SEMPRE as suas respostas! Se precisar de mais espaço use o final ou verso.

1. Você tinha conhecimento prévio sobre a temática da aula proposta? Explique.

2. Entendeu a proposta da atividade? O quão claro ficou?

3. Você viu sentido na atividade proposta? De que maneira?

4. Você contextualizou sua atividade de acordo com a realidade social e cultural dos seus alunos? Como? Justifique.

5. Já fez alguma atividade parecida? Se sim, cite e se não, argumente.

6. Sentiu dificuldades para montar o plano de aula? Comente.

7. Você sentiu falta ou pensou em acrescentar algum material para a experiência? Justifique.

8. Quando recebeu o material, você fez o experimento em um primeiro momento? Por quê?
9. Durante a execução do plano de aula, você refletiu se seu aluno seria protagonista? Explique.
10. Você se sente capaz de explicar claramente os resultados do experimento que elaborou? Argumente.
11. Você refletiu o que aprendeu ou deixou de aprender ao terminar a atividade? Discuta.

12. Você acredita que atividades como essa podem contribuir para sua formação?

Apêndice E – Sequência de Ensino Investigativa

A HISTÓRIA QUÍMICA DE UMA VELA

Por: PRISLAINE PUPOLIN MAGALHÃES



“... é talvez o fenômeno que mais preocupou os químicos. Por muito tempo, acreditou-se que decifrar o enigma do fogo era decifrar o enigma central do universo.”

BACHELARD, 1983, p.166.

QUE TAL UM JANTAR A LUZ DE VELAS?



O uso mais antigo de velas é frequentemente atribuído aos antigos egípcios, que faziam velas ou tochas embebendo o núcleo conciso de juncos em gordura animal derretida.

As velas são usadas como fonte de luz e para iluminar celebrações há mais de 5.000 anos, mas pouco se sabe sobre sua origem.



Máquinas de moldagem de velas na Indonésia em 1920.

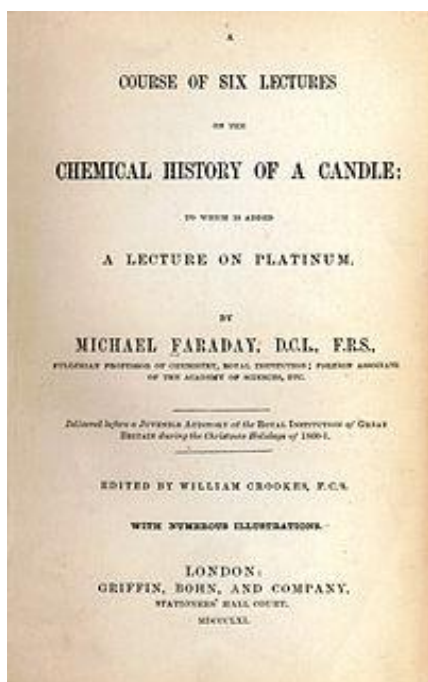
A exploração do petróleo em 1830 obteve-se como subproduto do petróleo a parafina, por ser mais dura que o sebo, passou a ser utilizada na produção das velas. Em 1854, a parafina e o esterine de Chevreul, foram combinados para fazer velas muito parecidas com as que utilizamos hoje.

The Chemical History of a Candle foi o título de uma série de seis palestras sobre química e física das chamas ministradas por Michael Faraday na Royal Institution em 1848,

como parte da série de palestras de Natal para jovens fundada por Faraday em 1825 e ainda dado lá todos os anos.

“Viemos aqui para ser cientistas ... [e] sempre que um resultado acontece, principalmente se for novo, você deve dizer: Qual é a causa? Por que isso ocorre? Com o tempo você descobrirá o motivo...”

Michael Faraday's The Chemical History of a Candle; Pág 15, tradução nossa.



- Como a cera sólida, que não queima quando sólida, chega ao topo do pavio onde queima?
- Quando o combustível sólido se torna um fluido, como esse fluido se mantém unido?

A descoberta do fogo sem dúvida foi um marco no desenvolvimento da espécie humana. Da pré-história até os dias de hoje o homem foi capaz de utilizar o fogo de várias formas possíveis, uma delas para a iluminação. Assim aparece nosso objeto de estudo, a vela.

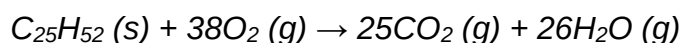
Experimento 1 – Atividade prática em grupos

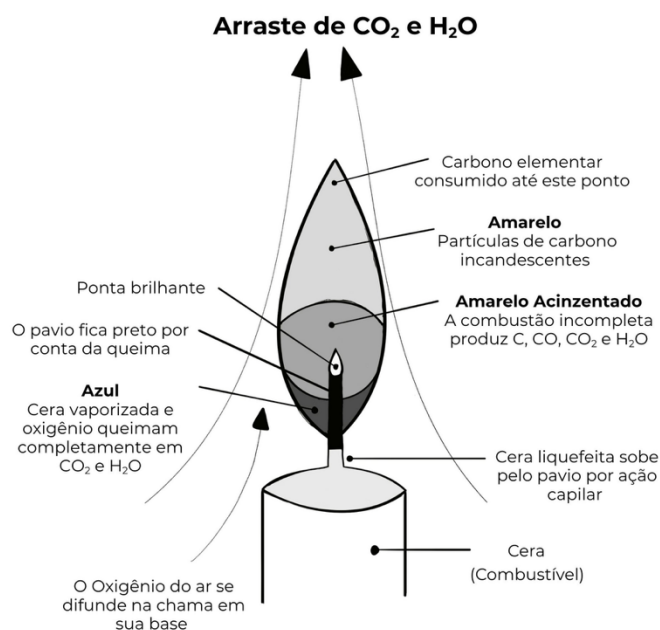
Seria possível levar um fosforo na chama e ele não acender?

1 Vela

Fósforos

Características da vela e sua chama





“Não é bonito pensar que tal processo está acontecendo, e que uma coisa tão suja como o carvão pode se tornar tão incandescente? Você vê que chega a isso – que todas as chamas brilhantes contêm essas partículas sólidas; todas as coisas que queimam e produzem partículas sólidas, seja durante o tempo em que estão queimando, como na vela, ou imediatamente após serem queimadas, como no caso da pólvora e da limalha de ferro - todas essas coisas nos dão essa luz gloriosa e bela”.

Michael Faraday's The Chemical History of a Candle; Pág 38, tradução nossa.

Experimento 2 – Atividade demonstrativa

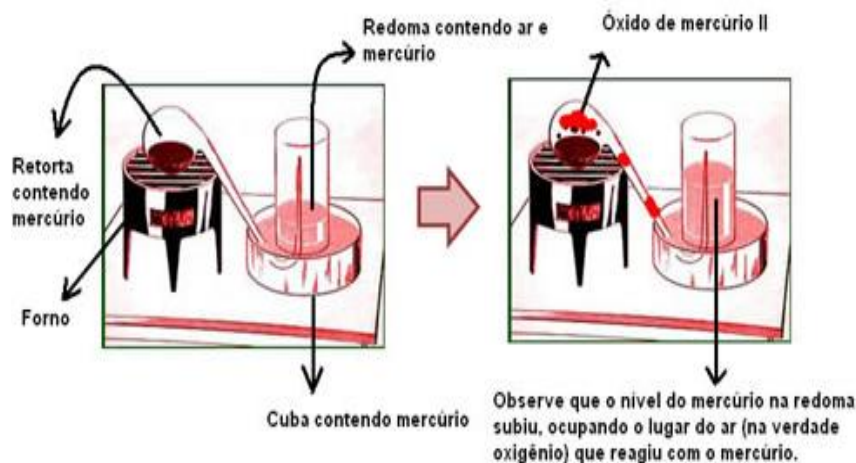
Qual a quantidade de oxigênio do ar?

- 1 Proveta 100 mL
- 1 Prato de vidro pequeno
- 40 ml de solução de ácido acético 5% (ou vinagre)
- 1 Caneta para marcar vidro
- 1 Tubo de ensaio
- Água com corante
- Esponja de aço “Bombril”

“...há no ar, além do oxigênio, algo mais presente. Essa solução deixou algo intocado - há, de fato, um gás no ar, que a solução não pode tocar, e esse gás não é oxigênio, mas faz parte da atmosfera”.

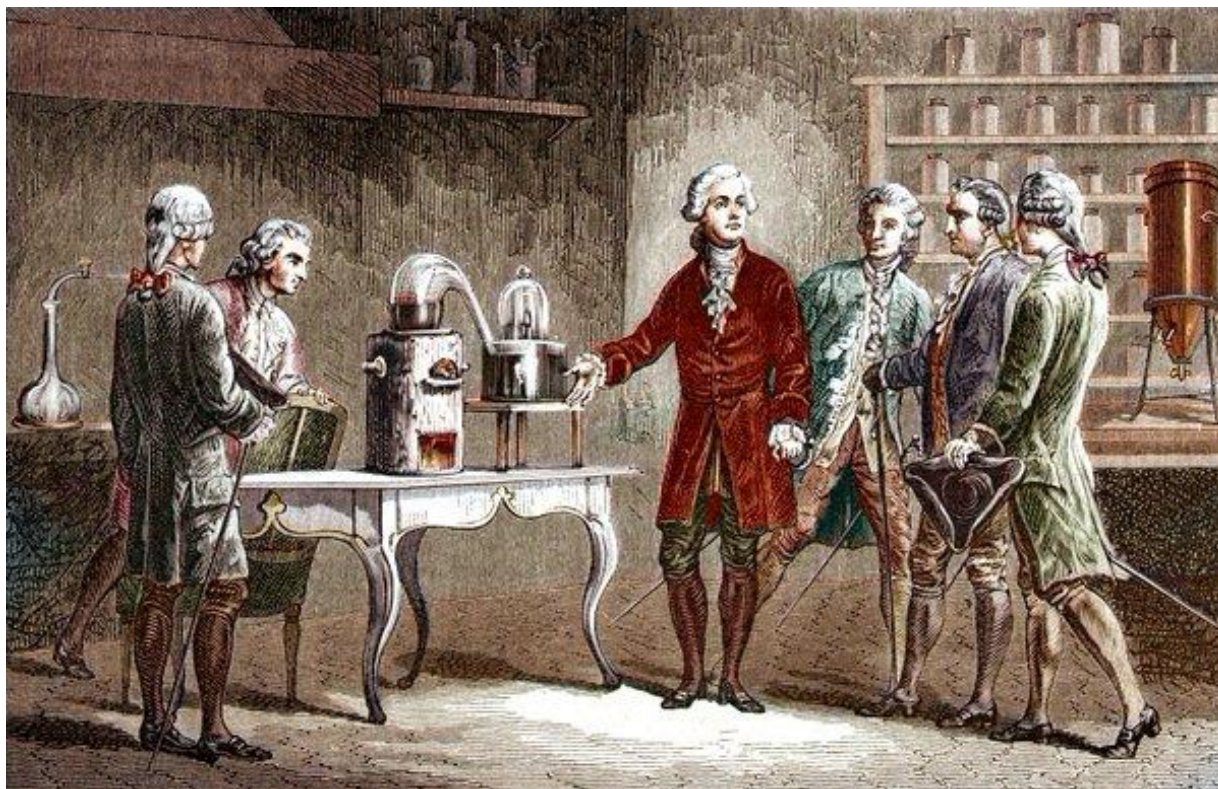
Michael Faraday's The Chemical History of a Candle; Pág 73, tradução nossa.

O experimento de Lavoisier



“Temos visto que o ar da atmosfera é composto principalmente de dois fluidos aeriformes ou gasosos, um respirável, capaz de sustentar vida de animais, em quais os metais são calcinados e os corpos combustíveis podem queimar, o outro, de propriedades absolutamente opostas, que os animais não podem respirar, que não pode sustentar a combustão etc. Nomeamos a porção de ar respirável o nome de oxigênio, derivando de duas palavras gregas $\acute{o}\xi\acute{\upsilon}\zeta$, ácido, $\gamma\acute{\epsilon}\acute{\iota}\nu\omicron\mu\alpha\iota$, formador, porque na verdade uma das propriedades mais gerais deste elemento é a de formar ácidos através da combinação com a maioria das substâncias[...]sua gravidade neste estado é quase exatamente meia “grain poids de marc” por centímetro cúbico, ou uma onça por pé cúbico e meio, todos em 10 graus de temperatura e 28 polegadas do barômetro”.

LAVOISIER, 1789, p. 245, tradução nossa.



Experimento 3 – Atividade prática em grupos

Por que a vela apaga?

- 1 Vela (baixinha)
- 1 Copo
- 1 Prato

Experimento 4 – demonstrativo

Por que mesmo a vela apaga?

- 1 Vela
- 1 Copo de vidro
- 1 Prato de vidro
- 1 Bateria 9v com adaptador
- 1 Copo furado
- Fios de cobre maleáveis
- Água
- Esponja de aço “Bombril”

Experimento 5 – Atividade prática em grupos

O que irá acontecer se colocarmos água no prato? Por quê?

1 Vela tipo réchaud

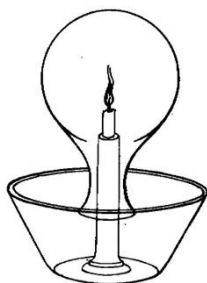
1 Copo de vidro

1 Prato de vidro

Água com corante

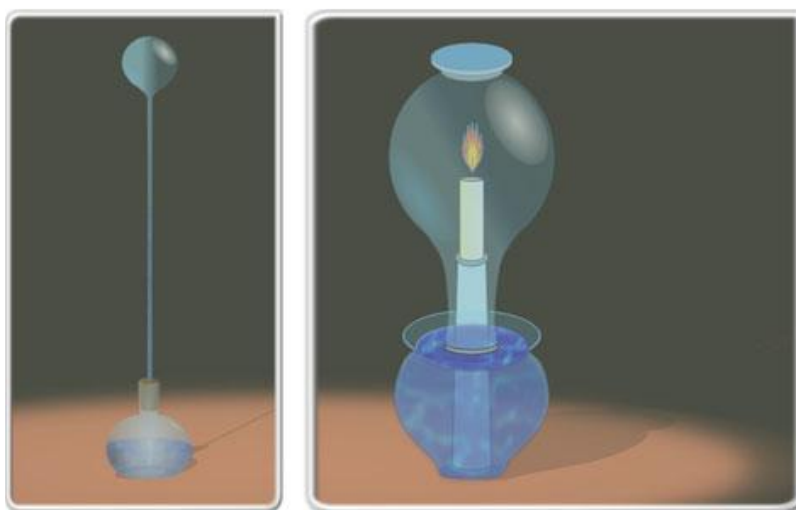
Philo de Bizâncio e o Termoscópio

Montagem experimental de Philo de Bizâncio (Vaux, 1902)



“Isso provará que não pode haver lugar vazio de ar ou de qualquer outra entidade. Despeje água em um vaso raso, no meio do vaso faça algo para prender um castiçal e colocar uma vela. Vire uma ânfora de modo que seu orifício encoste na água e que a vela fique o centro do orifício da ânfora. Aguarde e logo, você verá a água do vaso subir pela ânfora. Isso só pode acontecer pelo motivo que já dissemos, que o ar aprisionado na ânfora desaparece, se desgasta e some, por causa da presença da chama, não pode existir com ela, e desaparece. Assim como o que vimos acontecer no sifão, o ar se vai, dissolvido pelo fogo, e é por isso que a água sobe e enche o lugar que ficou vazio. Veja, a figura”.

PHILO DE BIZÂNCIO, sec. II aC, apud VAUX, 1902 p.127, tradução nossa)



Philo of Byzantium candle experiment (right) e Galileo's thermoscope (left)

Experimento 6 – demonstrativo**Se trocarmos a vela por algodão em chamas vai mudar algo? O que e por quê?**

- 1 Chumaço de algodão embebido em álcool 70
- 1 Prato fundo
- 1 Copo de vidro
- 1 Suporte de arame para o algodão
- Água com corante

Experimento 7 – Atividade prática em grupos**Como eu consigo apagar uma vela sem assoprar?**

- 1 Vela tipo réchaud
- 1 colher de café de Bicarbonato de Sódio
- 1 colher de café de Ácido Cítrico
- 1 Copo
- Água

“Mas o mais notável de todos os tipos de ar que tenho produzido por este processo é, um que é de cinco ou seis vezes melhor do que o ar comum, para o propósito da respiração, inflamação e, creio eu, todos os outros usos do ar atmosférico comum. Acho que tenho provas suficientes de que a síntese de ar para respiração depende da sua capacidade para receber o flogisto exalado dos pulmões, esta espécie não pode ser chamada impropriamente, ar deflogisticado”.

PRIESTLEY, 1775, p.387, tradução nossa

Seria o gás carbônico é mais denso que o ar?

“É um gás muito pesado – é mais pesado que a atmosfera. Coloquei seus respectivos pesos na parte inferior desta tabela, juntamente com, para comparação, os pesos dos outros gases que estamos examinando...”

Michael Faraday's The Chemical History of a Candle; p. 93, tradução nossa.

MASSA EM GRAMAS DE DOIS LITROS DE VÁRIOS GASES*

Hidrogênio	0,16
Nitrogênio	2,29
Ar	2,37
Dióxido	2,62
Dióxido de Carbono	3,60

*a 1 atm e 298 K

Experimento 8 – Atividade demonstrativa

O que acontece com chama em uma atmosfera rica em oxigênio?

E pobre?

2 Erlenmeyer

10 Palitos de madeira (não podem de ser bambu)

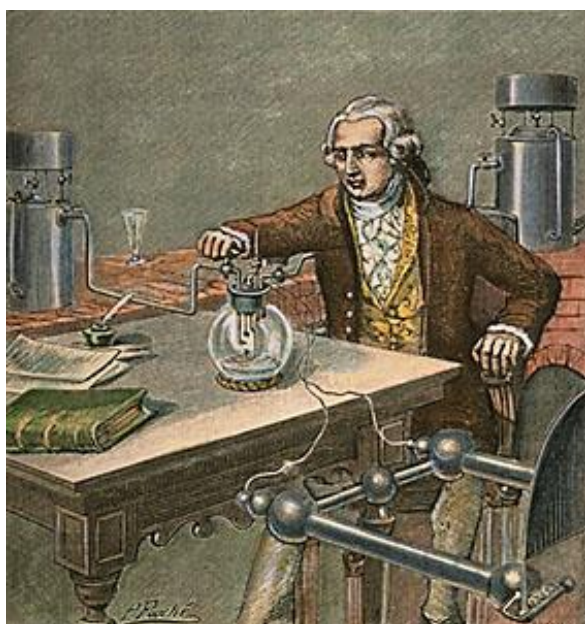
100 mL de Peróxido de Hidrogênio 10%

1 Colher de café de Dióxido de manganês

1 Colher de café Bicarbonato de Sódio

1 Colher de café de Ácido Cítrico

O fim da teoria do flogístico



“Mas o mais notável de todos os tipos de ar que tenho produzido por este processo é, um que é de cinco ou seis vezes melhor do que o ar comum, para o propósito da respiração, inflamação e, creio eu, todos os outros usos do ar atmosférico comum. Acho que tenho provas suficientes de que a síntese de ar para respiração depende da sua capacidade para receber o flogisto exalado dos pulmões, esta espécie não pode ser chamada impropriamente, ar deflogisticado”.

PRIESTLEY, 1775, p.387, tradução nossa.

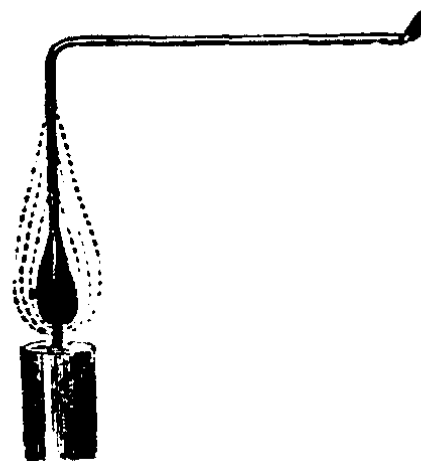
Experimento 9 – Atividade demonstrativa

Por que a fumaça é preta?

“...agora peço a vossa atenção para a forma como vamos nos deter em uma parte particular da chama, de modo a descobrirmos o que aí acontece, como e onde acontece, e, no final, para onde vai toda a vela; porque vocês sabem muito bem, que uma vela, quando queimada, acaba por desaparecer; e se for queimada da forma correta, nem um traço de sujidade deve restar no candelabro, o que é muito curioso”.

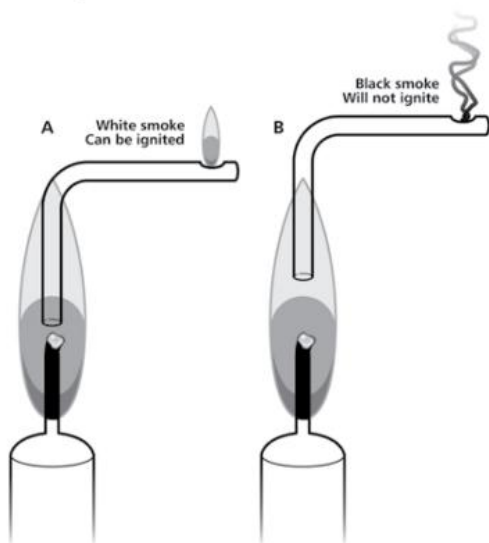
FARADAY, 2003, 1860, p. 43, tradução nossa

- 1 Vela
- 1 Suporte universal com garra
- 1 Mangueira
- 1 Erlenmeyer
- 1 Canudo de vidro



Montagem Experimental proposta por Faraday (1860), para a investigação da combustão de uma vela.

Faraday usa um tubo de vidro com uma curva em ângulo reto para sondar a chama.



- a) A fumaça branca produzida perto da ponta do pavio contém cera vaporizada e pode percorrer o cachimbo e ser acesa.
- b) A fumaça preta produzida perto do meio da chama não pode ser acesa.

REIS, João Batista Alves; FREITAS-REIS, Ivoni. O Experimento e a Divulgação Científica: O Caso do Anfiteatro da Royal Institution of Great Britain do século XIX, 2014.

“Vou arranjar um tubo cuidadosamente na chama, e se fomos capazes, com um pouco de cuidado, fazer com que esse vapor passe através do tubo até a outra extremidade, onde vamos acendê-lo e obter absolutamente a chama da vela num local distante a partir dela. Agora, veja isso. Não é uma bela experiência? Trata-se de produção de gás - por isso, nós podemos realmente acender uma vela! E vê-se que há claramente dois tipos diferentes de ação - um a produção do vapor, e outro a combustão dele - ambos os quais ocorrem em determinadas partes da vela.”

FARADAY, 1860, p.47, tradução nossa

Experimento 10 – Atividade prática em grupos

Quem queima (o pavio ou a vela)?

- 1 Vela
- 1 Copo
- 1 Pedaco de papel alumínio

Experimento 11 – Atividade prática em grupos

Qual vela apaga primeiro?

- 1 Vela pequena (1 cm)
- 1 Vela grande (2 cm)
- 1 Copo de vidro alto
- 1 Prato de vidro

Experimento 12 – Atividade prática em grupos

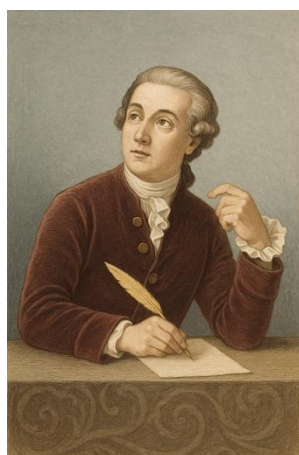
Como levantar a borracha como o copo (sem cola)?

- 1 Vela pequena (1 cm)
- 1 Copo de vidro
- 1 pedaco de borracha fina de 10cm x 10 cm

“Quase todos os que se dedicam a experiências sobre a combustão de velas, percebem que há uma diminuição considerável do volume de ar durante a combustão: para que se prove isso, basta realizar uma experiência muito simples, porém está longe de ser conclusiva. Coloca-se uma vela acesa sobre um prato de borracha, e se põe em cima um recipiente:

observa-se que a vela se apaga e depois de muito pouco tempo, quando os recipientes se esfriam, que o recipiente fica aderido ao prato; esse efeito somente pode existir se o volume do ar de dentro do recipiente, depois da combustão, for menor do que tínhamos anteriormente a combustão; porém não se presta atenção ao fato de que não se pode colocar um recipiente sobre a vela sem que o ar do mesmo seja aquecido e no instante em que ele se aproxima da vela e inclusive antes de apoiá-lo sobre o prato; assim, o ar quente fica confinado dentro do recipiente, e diminui de volume ao resfriar-se, não é nenhuma surpresa que o recipiente permaneça aderido ao prato quando a chama apaga e o sistema se resfria”.

LAVOISIER, 1776, p. 184, tradução nossa



Antoine Lavoisier (1743-1794) químico francês, considerado o pai da química moderna

Experimento 13 – demonstrativo

O que acontece com a massa? Por quê?

- 1 pedaço de palha de aço
- 1 Balança Portátil

Experimento 14 - demonstrativo

Em um recipiente aberto a vela se apagará?

- 1 Vela
- 1 Tubo de vidro de extremidades abertas
- 1 Pequena base de metal, madeira, nylon ou PVC
- 1 Lâmina de metal em forma de T

“Se o termo educação pode ser entendido amplamente no sentido de incluir tudo que é inerente ao desenvolvimento [reforço] da mente, quer pela aquisição do conhecimento através de outras pessoas, ou pelo aumento dele através do seu próprio esforço, então eu posso justificar e apresentar alguma observação respeitando o exercício dos “poderes mentais”.

FARADAY, 1893, p. 39, tradução nossa

Experimento 15 - demonstrativo

Teria como descobrir como está ocorrendo o fluxo de ar? Por qual lado está entrando ar quente e por qual lado está entrando ar frio?

- 1 Vela
- 1 Tubo de vidro de extremidades abertas
- 1 Pequena base de metal, madeira, nylon ou PVC
- 1 Lâmina de metal em forma de T
- 1 Caneta com tinta termossensível
- 1 Etiqueta adesiva de papel

Mas, por que mesmo a vela apaga?

Citando o professor Michael Faraday, “Fellow of the Royal Society”, referindo-se ao ensaio *Observations on Mental Education* (maio de 1854) sobre autoeducação:

“... disciplinar a mente é de grande importância, e, além disso, difícil de lidar, porque envolve um conflito interno, e igualmente toca a nossa vaidade e nosso “amor próprio”. “Consiste na tendência de nos enganarmos, sobre tudo o que desejamos, e, da necessidade de resistir a esses desejos.”

FARADAY, 1893, p.58.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **Epistemologia**. Ed. Rio de Janeiro (1983): Zahar Edit. p. 166.

CLARO, A. **A história das Velas**. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2003-2/iluminacao_artificial/historiadasvelas.htm>. Acesso em: 30/05/2012

FARADAY M., **The Chemical History of a Candle**. Ed. Chatto e Windus, 1908 (1860).

FARADAY, MICHAEL. (1893). **“Observation on Mental Education”**. In: Lectures on Education Delivered by the Royal Institution of Great Britain. San Francisco: University California, 1983.

FARADAY, MICHAEL. (2003). **A história química de uma vela - As forças da natureza**. (Org.). Ildeu de Castro Moreira. Trad. brasileira de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto.

GAZOLA, Rodrigo José Cristiano. **A proposta de ensino por investigação e o processo de formação inicial de professores de ciências: reflexões sobre a construção de um modelo didático pessoal**. Dissertação de mestrado. 2013.

KOYRÉ, A. **Études galiléennes**. Paris: Hermann, 1939.

LAVOISIER, A.L. **Memoire sur la combustion dês chandelles, en Oeuvres de Lavoisier**, 1864 (1776), p. 184. Imprimerie Imperiale: Paris.

LAVOISIER, **Traité élémentaire de chimie**, 1864 (1789), p. 245. Disponível online em: <http://www.lavoisier.cnrs.fr/ice/ice_book_detail-fr-text-lavosier-Lavoisier-89-6.html>. Acesso em: 20/05/2012.

PRIESTLEY, J. **An Account of Further Discoveries in Air**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1683-1775 (Vols. 66-177). p.387. Disponível online em: <<http://www.jstor.org/stable/106209?seq=1>> Acesso em: 20/05/2012.

REIS, João Batista Alves; FREITAS-REIS, Ivoni. O Experimento e a Divulgação Científica: O Caso do Anfiteatro da Royal Institution of Great Britain do século XIX. In: **IX Encuentro AFHIC/XXV Jornadas Epistemología e História de las Ciencias**. 2014.

VAUX, C. (tradutor). Les Pneumatiques de Philon de Byzance. **Tiré de Notices Et extraits des manuscrits de la bibliothèque nationale et authes bibliothèques**, tome XXXVIII, Imprimerie nationale, Paris, 1902, p. 127. Disponível online em: <<http://www.archive.org/stream/lelivredesappar00philgoog#page/n141/mode/1up>>. Acesso em: 26/05/2012.

Organização das Atividades

O roteiro entregue aos alunos continha apenas a questão norteadora, a contextualização, os trechos históricos e a lista de materiais disponíveis para a atividade. Algumas experiências foram desenvolvidas em grupos colaborativos, enquanto outras foram conduzidas de forma demonstrativa pela pesquisadora. Os conteúdos e os Quadros 1 e 2, que sistematizam as atividades e suas respectivas perguntas investigativas, não foram disponibilizados aos licenciandos, sendo utilizados apenas para fins de organização e análise da pesquisa.

O Quadro 1 apresenta a organização geral dos experimentos que compõem a SEI “A História Química de uma Vela”, destacando os conteúdos específicos abordados, as questões norteadoras propostas e as formas de realização de cada atividade investigativa.

Quadro 1 - Organização dos Experimentos da SEI “a História Química de uma Vela”: Conteúdos, Questões Norteadoras e Formas de Realização

Experimento	Conteúdo Específico	Questão Norteadora	Realização
1	Combustão	Seria possível levar um fosforo na chama e ele não acender?	Grupos Colaborativos
2	Oxidação da palha de aço e pressão atmosférica	Qual a quantidade de oxigênio do ar?	Atividade Demonstrativa
3	Combustão da vela em um recipiente fechado	Por que a vela apaga?	Grupos Colaborativos
4	Combustão da palha de aço	Por que mesmo a vela apaga?	Demonstrativa
5	Combustão e Pressão	O que irá acontecer se colocarmos água no prato? Por quê?	Grupos Colaborativos
6	Combustão de álcool em um recipiente fechado.	Se trocarmos a vela por algodão em chamas vai mudar algo? O que e por quê?	Atividade Demonstrativa

7	Produção de gás carbônico através de uma reação química	Como eu consigo apagar uma vela sem assoprar?	Grupos Colaborativos
8	Combustão em uma atmosfera rica e pobre em oxigênio. Equilíbrio químico	O que acontece com chama em uma atmosfera rica em oxigênio? E pobre?	Atividade Demonstrativa
9	Combustão incompleta	Quem queima?	Atividade Demonstrativa
10	Combustão Incompleta	Quem queima mesmo?	Grupos Colaborativos
11	Densidade dos gases	Qual vela apaga primeiro?	Grupos Colaborativos
12	Temperatura e Pressão	Como levantar a borracha como o copo (sem cola)?	Atividade Demonstrativa
13	Lei de Lavoisier: Conservação de massas	O que acontece com a massa? Por quê?	Atividade Demonstrativa
14	Convecção térmica	Em um recipiente aberto a vela se apagará?	Atividade Demonstrativa
15	Convecção térmica	Teria como descobrir como está ocorrendo o fluxo de ar?	Atividade Demonstrativa

Fonte: Autoria Própria

O Quadro 2 reúne um conjunto de perguntas elaboradas no contexto da experimentação científica, relacionadas a cada uma das atividades investigativas da SEI “*A História Química de uma Vela*”, com o objetivo de enfatizar os conteúdos específicos explorados em cada experimento.

Quadro 2 - Exemplos de perguntas relacionadas a cada atividade investigativa enfatizando o conteúdo específico.

Experimento	Problematização	Exemplos de perguntas relacionadas a cada atividade investigativa enfatizando o conteúdo específico
1	Seria possível levar um fosforo na chama e ele não acender?	Que conceitos de combustão estão envolvidos? Como devo posicionar o fósforo para testar a hipótese? O que estou observando na chama antes do contato? O resultado confirmou minha previsão? O que isso revela sobre as condições para que ocorra combustão?

2	Qual a quantidade de oxigênio do ar?	O que sei sobre a composição do ar? Que cuidados devo ter para medir a variação de volume? Há indícios de consumo de oxigênio? Como este experimento ajuda a estimar a porcentagem de oxigênio no ar?
3	Por que a vela apaga?	Por que a chama precisa de oxigênio? Como registrar o tempo até a chama apagar? O que muda no ambiente interno do recipiente enquanto a vela queima? O resultado foi o esperado? Como posso explicar para meus alunos?
4	Por que mesmo a vela apaga?	Que semelhanças e diferenças existem em relação à combustão da vela? A intensidade da combustão muda ao longo do tempo? O que isso revela sobre disponibilidade de reagentes?
5	O que irá acontecer se colocarmos água no prato? Por quê?	Que relação existe entre combustão e pressão do ar? Como medir a variação do nível da água? A entrada de água é gradual ou súbita? Como este experimento pode ajudar na compreensão da relação entre temperatura, pressão e volume?
6	Se trocarmos a vela por algodão em chamas vai mudar algo? O que e por quê?	O que muda se a fonte de chama for diferente? Como manter as condições iguais para os dois testes? A intensidade da chama varia conforme o combustível? Por quê? Que conclusões posso tirar sobre a influência do combustível utilizado?
7	Como eu consigo apagar uma vela sem assoprar?	Por que o CO_2 apaga chamas? Como direcionar o gás até a vela de forma segura? Consigo observar o deslocamento do gás? Em que outros contextos este princípio pode ser aplicado?
8	O que acontece com chama em uma atmosfera rica em oxigênio? E pobre?	Qual a relação entre concentração de O_2 e intensidade da chama? Como variar a concentração de oxigênio? O que ocorre com a cor e a forma da chama? Como isso se relaciona com o equilíbrio químico?
9	Por que a fumaça é preta?	O que caracteriza uma combustão incompleta? Que indícios vou buscar para confirmar a combustão incompleta? Há produção de fuligem ou alteração de cor na chama? Como explicar este fenômeno usando conceitos de química?
10	Quem queima?	Que fatores influenciam a completude da combustão? Como isolar variáveis para comparar resultados? O comportamento da chama confirma minha hipótese? O que aprendi de novo nesta repetição modificada do experimento?
11	Qual vela apaga primeiro?	Como a densidade influencia o deslocamento dos gases quentes e frios? Como posicionar as velas para comparar tempos de extinção? Qual vela apaga primeiro e por quê? Como relacionar este resultado à convecção e densidade?

12	Como levantar a borracha como o copo (sem cola)?	Qual a relação entre temperatura, pressão e volume de gases? Como garantir que a borracha esteja bem vedada? A pressão muda de forma gradual ou repentina? Que outros exemplos cotidianos ilustram este princípio?
13	O que acontece com a massa? Por quê?	O que diz a Lei de Lavoisier? Como registrar massas antes e depois da reação? Houve alteração visível durante o experimento? Como explicar a conservação de massa mesmo com mudanças físicas ou químicas?
14	Em um recipiente aberto a vela se apagará?	Como o fluxo de ar mantém ou apaga uma chama? Onde posicionar a vela para melhor observação? A chama oscila antes de apagar? Como esse experimento pode ilustrar movimentos de ar em maior escala?
15	Teria como descobrir como está ocorrendo o fluxo de ar?	Como identificar visualmente a direção do fluxo de ar? Que recurso posso usar para evidenciar o fluxo (fumaça, corante, papel leve)? O fluxo segue sempre a mesma direção? Que conclusões posso tirar sobre circulação de ar e transferência de calor?

Fonte: Autoria Própria

Apêndice F – Entrevista semiestruturada 1

Questões norteadoras para entrevista online gravada e transcrita - discentes

1. O que você tem a dizer sobre nossa vivência investigativa (aula de velas)? Por que atividades como essa podem ser importantes? Você acredita que atividades investigativas podem fazer uma diferença na mudança no seu comportamento como preparar suas aulas?
2. Qual o significado das concepções históricas presentes na aula (velas)? Seus professores costumam utilizar a história da ciência para contextualização? Por que a História e Filosofia da Ciência é importante?
3. Você já refletiu se perguntando como você aprende? E isso tem a ver como seus alunos irão aprender?
4. Quais comportamentos você considera que são positivos para sua aprendizagem? E negativos? Que te fazem se sentir uma boa aprendiz, por exemplo.
5. Quais comportamentos de aprendizagem você não tem e gostaria de ter? Explique.
6. Como futuro professor, descreva quais comportamento de aprendizagem espera que seus alunos tenham? Como faria para atingir cada um? Que estratégias usaria?
7. Você usará quais exemplos de comportamento de ensino de seus professores em suas aulas. Explique. Quais não usará e por quê?
8. Você acredita que a avaliação deveria ser como para atividades como essa?

Apêndice G – Entrevista semiestruturada 2

Questões norteadoras para entrevista online gravada e transcrita - docente

1. Você possui licenciatura? Em caso afirmativo, onde e quando se formou?
2. Há quanto tempo você leciona?
3. Ao ingressar na universidade, sua intenção era seguir a carreira docente, a pesquisa acadêmica ou ambas?
4. Na sua opinião, o ensino e a pesquisa devem estar integrados? Por quê?
5. Você já ouviu falar em metodologias ativas? Se sim, quais conhece e como as descreveria?
6. Já participou de algum curso ou formação pedagógica?
7. Alguma formação desse tipo já foi oferecida a você pela instituição em que trabalha?
8. O que te inspira ou motiva a buscar práticas docentes diferentes?
9. Você costuma compartilhar suas experiências de ensino com outros colegas? Isso acontece de forma formal (reuniões, grupos de estudo, etc.) ou informal? Caso não compartilhe, poderia explicar o motivo?
10. Você já se perguntou sobre as formas como seus alunos aprendem?
11. Quais comportamentos ou atitudes de aprendizagem você espera de seus alunos?
12. Você ministra aulas tanto na licenciatura quanto no bacharelado?
13. Acredita que essas aulas devem ser diferentes? Por quê?