



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
IFCE *CAMPUS* FORTALEZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
(PPGECM)

UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM CTSA E DA ABP PARA O DESENVOLVIMENTO
DO PENSAMENTO CRÍTICO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE
QUÍMICA

FORTALEZA

2026

RAFAELLY NASCIMENTO ARAÚJO

Utilização da Abordagem CTSA e da ABP para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico na
Formação Inicial de Professores de Química

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Ensino de Química.

Orientadora: Prof.^a Dra. Caroline de Goes Sampaio.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Selma Elaine Mazzetto.

FORTALEZA

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação Instituto Federal do Ceará - IFCE Sistema de Bibliotecas - SIBI Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A658u Araujo, Rafaelly Nascimento.

Utilização da Abordagem CTSA e da ABP Para O Desenvolvimento do Pensamento Crítico Na Formação Inicial de Professores de Química / Rafaelly Nascimento Araujo. - 2026. 126 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2026.

Orientação: Profª. Dra. Caroline de Goes Sampaio.

Coorientação: Profª. Dra. Selma Elaine Mazzetto.

1. Pensamento crítico. 2. Aprendizagem baseada em projetos. 3. CTSA. 4. Formação inicial de professores. 5. Ensino de química. I. Título.

CDD 510.07

RAFAELLY NASCIMENTO ARAÚJO

UTILIZAÇÃO DA ABORDAGEM CTSA E DA ABP PARA O DESENVOLVIMENTO DO
PENSAMENTO CRÍTICO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre. Área de concentração: Ensino de Química.

Aprovado (a) em: 12 / 03 / 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Caroline de Goes Sampaio. (Orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza

Prof.^a Dra. Prof.^a Dra. Selma Elaine Mazzetto. (Coorientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza

Prof. Dr. Manuel Bandeira dos Santos Neto

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A Deus.

A minha família, nas pessoas de minha avó
Heliene, meu avô Fernando e minha mãe
Edaniele.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha fonte constante de força e renovação, meu amparo nos momentos de incerteza e minha sustentação ao longo de toda esta caminhada.

À minha família, em especial à minha avó Heliene e ao meu avô Fernando, que não puderam concluir a Educação Básica, e à minha mãe, Edaniele, que não teve a oportunidade de ingressar no Ensino Superior, mas que sempre me ensinaram o valor do estudo, da perseverança e da dignidade. Cada conquista minha carrega o esforço e o sonho de vocês.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), bem como a todos os seus servidores, pelas oportunidades, pelo acolhimento e pela contribuição direta e indireta para minha formação acadêmica e profissional.

À Prof.^a Dra. Caroline de Goes Sampaio, minha orientadora, pela escuta atenta, pela orientação segura, pela paciência e por todos os ensinamentos compartilhados ao longo desta trajetória. Sua condução foi fundamental para a concretização deste trabalho.

À Prof.^a Dra. Selma Elaine Mazzetto, minha coorientadora, que desde a graduação me inspira na pesquisa e na docência, pelas valiosas contribuições, pelo acompanhamento cuidadoso e pela presença constante durante a aplicação do projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) e aos professores que o compõem, pelo compromisso com a formação crítica e qualificada. Em especial, à Coordenadora Maria Cleide, por sua humanidade, dedicação e empenho em garantir o acesso e a permanência na pós-graduação.

Aos amigos e companheiros que fiz ao longo do mestrado, pelo companheirismo, pelas trocas, pelo apoio nos momentos desafiadores e pelas partilhas que tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

Ao meu noivo, Filipe, por ser meu apoio, meu abrigo nos dias difíceis, minha escuta paciente, meu incentivador e por estar ao meu lado em todos os momentos, momentos felizes e de angústia, acreditando em mim e celebrando cada conquista.

A todos, o meu mais sincero e profundo obrigado!

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. (Paulo Freire, 1996, p. 47).

RESUMO

A formação inicial de professores desempenha papel central na constituição de uma prática docente crítica e reflexiva, especialmente no que se refere à capacidade de utilizar o conhecimento científico para interpretar a realidade e intervir em questões sociais e ambientais. Nesse contexto, a inserção de metodologias ativas no processo formativo apresenta-se como uma estratégia potencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a apropriação de práticas pedagógicas inovadoras. Assim, esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições da ABP, articulada à abordagem CTSA e à Educação Ambiental, para o desenvolvimento do pensamento crítico na formação inicial de professores de Química. A investigação, de natureza qualitativa, fundamentou-se na TASC, adotada como metodologia de pesquisa, para a análise do processo formativo dos licenciandos. A proposta pedagógica consistiu na implementação de uma sequência didática baseada na ABP, desenvolvida ao longo de sete encontros no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará – Campus Fortaleza, que contou com a participação de 18 licenciando na disciplina de Prática de Ensino em Química, de modo que, investigaram problemáticas ambientais locais e elaboraram projetos com propostas de intervenção fundamentadas em conhecimentos científicos. Os dados foram obtidos por meio de questionários inicial e final, análise dos projetos desenvolvidos, rubricas analíticas e registros em diário de bordo. Os resultados indicam avanços no domínio conceitual, na contextualização dos conteúdos químicos e na compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, bem como indícios de desenvolvimento do pensamento crítico, especialmente no que se refere à análise de problemáticas reais e à proposição de soluções fundamentadas. No âmbito formativo, os dados indicaram o interesse e a valorização da metodologia e da abordagem apresentadas pelos licenciandos, especialmente a partir das percepções expressas nos questionários e nos registros reflexivos, o que reforça o potencial formativo da proposta. Contudo, os achados também evidenciam que esse desenvolvimento ocorreu de forma não homogênea entre os participantes, apontando limites relacionados ao tempo de intervenção e à familiaridade inicial dos licenciandos com a ABP e a abordagem CTSA. Diante disso, conclui-se que a articulação entre ABP, CTSA e TASC constitui uma estratégia promissora para a promoção do pensamento crítico na formação inicial de professores de Química, ao favorecer práticas formativas mais críticas, contextualizadas e socialmente comprometidas.

Palavras-chave: Pensamento Crítico; Aprendizagem Baseada em Projetos; CTSA; Formação Inicial de Professores; Ensino de Química.

ABSTRACT

Initial teacher training plays a central role in the development of critical and reflective teaching practices, especially with regard to the ability to use scientific knowledge to interpret reality and intervene in social and environmental issues. In this context, the inclusion of active methodologies in the training process is a potential strategy for developing critical thinking and adopting innovative teaching practices. Thus, this research aimed to analyze the contributions of PBL, combined with the CTSA approach and Environmental Education, to the development of critical thinking in the initial training of chemistry teachers. The qualitative research was based on TASC, adopted as a research methodology, to analyze the training process of the students. The pedagogical proposal consisted of implementing a didactic sequence based on PBL, developed over seven meetings in the Chemistry Degree course at the Federal University of Ceará – Fortaleza Campus, with the participation of 18 students in the subject of Teaching Practice in Chemistry, who investigated local environmental issues and developed projects with proposals for intervention based on scientific knowledge. The data were obtained through initial and final questionnaires, analysis of the projects developed, analytical rubrics, and logbook records. The results indicate advances in conceptual mastery, contextualization of chemical content, and understanding of the relationships between science, technology, society, and the environment, as well as evidence of critical thinking development, especially with regard to the analysis of real problems and the proposal of well-founded solutions. In the educational context, the data indicated the interest and appreciation of the methodology and approach presented by the teacher trainees, especially based on the perceptions expressed in the questionnaires and reflective records, which reinforces the educational potential of the proposal. However, the findings also show that this development occurred unevenly among participants, pointing to limitations related to the duration of the intervention and the initial familiarity of the teacher trainees with PBL and the CTSA approach. Given this, it is concluded that the articulation between PBL, CTSA, and TASC constitutes a promising strategy for promoting critical thinking in the initial training of chemistry teachers, as it favors more critical, contextualized, and socially committed training practices.

Keywords: Critical Thinking; Project-Based Learning; CTSA; Initial Teacher Training; Chemistry Teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	— Áreas de Capacidades do PC segundo a Taxonomia de Ennis.....	37
Quadro 2	— Planejamento da sequência didática.....	49
Quadro 3	— Etapas da Sequência Didática e descrição.....	51
Quadro 4	— Questionamentos para discussão em sala de aula.....	55
Quadro 5	— Codificadores do Pensamento Crítico.....	62
Quadro 6	— Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 2 do Questionário Avaliativo Inicial (QAI).....	64
Quadro 7	— Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 4 do Questionário Avaliativo Inicial (QAI).....	66
Quadro 8	— Análise da resposta obtida pela Equipe 1 referente ao Texto 1.....	70
Quadro 9	— Análise da resposta obtida pela Equipe 2 referente ao Texto 2.....	71
Quadro 10	— Análise da resposta obtida pela Equipe 3 referente ao Texto 3.....	72
Quadro 11:	— Análise da resposta obtida pela Equipe 4 referente ao Texto 4.....	73
Quadro 12	— Análise da resposta obtida pela Equipe 5 referente ao Texto 5.....	74
Quadro 13	— Codificadores do Pensamento Crítico.....	77
Quadro 14	— Exemplo do processo de Análise de Conteúdo aplicado ao Projeto 1, contemplando as etapas de categorização e interpretação dos dados obtidos...	78
Quadro 15	— Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 1 do Questionário Avaliativo Final (QAF).....	89
Quadro 16	— Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 3 do Questionário Avaliativo Final (QAF).....	92
Quadro 17	— Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 4 do Questionário Avaliativo Final (QAF).....	94
Quadro 18	— Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 5 do Questionário Avaliativo Final (QAF).....	96

LISTA DE SIGLAS

PBL	Aprendizagem baseada em problemas
ABP	Aprendizagem Baseada em Projetos
BNC-Formação	Base Nacional Comum para a Formação de Professores da Educação Básica
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
EA	Educação Ambiental
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
PC	Pensamento Crítico
QAF	Questionário Avaliativo Final
QAI	Questionário Avaliativo Inicial
SD	Sequência Didática
SiSU	Sistema de Seleção Unificada
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TASC	Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFC	Universidade Federal do Ceará

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	A Formação de Professores de Química: Desafios e Perspectivas.....	19
2.2	CTSA no Ensino de Química: Conexões entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.....	20
2.3	Aprendizagem Baseada em Projetos: Estratégias para o Ensino Crítico.....	23
2.4	Diálogos entre CTSA e ABP: Caminhos para uma Educação Contextualizada e Significativa.....	27
2.5	Aprendizagem Significativa Crítica: Concepções e Potenciais para a ABP e o Enfoque CTSA.....	30
2.6	Pensamento Crítico na Formação Inicial: Concepções e Possibilidades Didática.....	33
2.7	Energias Renováveis como Eixo Formativo no Ensino de Química.....	36
3	ESTADO DA ARTE: PERSPECTIVAS E LACUNAS.....	39
4	METODOLOGIA: CAMINHOS TRILHADOS.....	45
4.1	Metodologia da pesquisa.....	45
4.2	Local e Sujeitos da Pesquisa.....	46
4.3	Comitê de Ética em Pesquisa.....	47
4.4	Planejamento da Sequência Didática.....	47
4.5	Etapas da Sequência Didática – Química em Ação: Soluções para Desafios Ambientais.....	51
4.6	Análise dos Dados.....	58
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
5.1	Caracterização dos participantes.....	61
5.2	Questionário Avaliativo Inicial.....	62
5.3	Análise de conteúdo dos textos – Atividade 1.....	67

5.4	Análise de Conteúdo dos Projetos.....	69
5.5	Rúbrica Avaliativa das Apresentações.....	79
5.6	Questionário Avaliativo Final.....	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS: REFLEXÕES E NOVOS HORIZONTES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	96
	ANEXO A — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	105
	ANEXO B — QUESTIONÁRIO AVALIATIVO INICIAL.....	110
	ANEXO C – TEXTOS PARA ATIVIDADE DE ABP E CTSA.....	112
	ANEXO D – QUESTIONÁRIO AVALIATIVO FINAL.....	119

1. INTRODUÇÃO

Muito se discute, no cenário atual da educação, sobre a necessidade de formar educandos como sujeitos críticos, capazes de utilizar o conhecimento científico para interpretar a realidade e pensar em soluções para problemas sociais e ambientais. Para isso, Adams e Nunes (2023), destacam que é necessário criar tempos e espaços formativos que problematizem o conhecimento científico frente às dimensões econômicas, ambientais, sociais e políticas que permeiam a sociedade contemporânea (Adams; Nunes, 2023).

Nesse contexto, a formação de professores assume papel central, uma vez que são esses profissionais os responsáveis por mediar o acesso ao conhecimento científico e por fomentar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes (Da Silva Bicalho; De Souza Farias; Arrais, 2024). Reconhecendo essa responsabilidade, a Base Nacional Comum para a Formação de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) estabelece diretrizes que reforçam a necessidade de uma formação docente crítica, reflexiva e articulada às demandas sociais. Conforme o Art. 4º desse documento, a formação deve contemplar três competências fundamentais, conhecimento profissional, prática profissional e engajamento profissional, assegurando que o professor não apenas domine os conteúdos e as estratégias de ensino, mas também compreenda os aspectos intelectuais, físicos, culturais, sociais e emocionais envolvidos no processo educativo, visando a uma formação integral (Brasil, 2019).

Apesar desses avanços normativos, observa-se um distanciamento significativo entre os saberes científicos e a sociedade. Entre os fatores que contribuem para esse cenário, destacam-se fragilidades na formação inicial de professores. Souza (2012) aponta que essa formação, em muitos casos, permanece centrada no método de ensino tradicional, no qual a aprendizagem se fundamenta majoritariamente na memorização, com poucos espaços destinados ao exercício do pensamento crítico e reflexivo. Esse modelo formativo tende a repercutir diretamente na prática docente, uma vez que, conforme destacam Carvalho e Gil Pérez (2011), os professores costumam reproduzir metodologias vivenciadas durante sua própria trajetória escolar e acadêmica, perpetuando práticas pouco problematizadoras na Educação Básica.

No âmbito dos cursos de Licenciatura, a prática pedagógica constitui um eixo essencial do processo formativo. Entretanto, no curso de Licenciatura em Química, é recorrente a presença de docentes com formação predominantemente específica em áreas da Química, como Química Orgânica ou Inorgânica, e com limitada formação pedagógica. Essa realidade pode dificultar a abordagem de questões educacionais e metodológicas de forma consistente, comprometendo a qualidade da formação dos licenciandos (Massena et al., 2013). Como

consequência, os futuros professores de Química tendem a concluir a graduação com lacunas no que se refere à articulação entre os conhecimentos científicos e as práticas pedagógicas necessárias para um ensino contextualizado, crítico e socialmente relevante.

Diante desse panorama, Gonçalves e Gomes (2022) defendem que a formação inicial de professores não deve se restringir aos conteúdos curriculares tradicionais dos cursos de licenciatura, sendo fundamental a inserção de debates, oficinas, projetos e atividades diversificadas que ampliem o repertório formativo dos estudantes. Nesse sentido, destaca-se a importância de estratégias didáticas fundamentadas em metodologias ativas, capazes de promover maior protagonismo discente e de estimular a reflexão crítica sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Para que os futuros professores se sintam preparados a utilizar metodologias ativas em sua prática docente, torna-se imprescindível que os cursos de licenciatura promovam a reestruturação de suas abordagens de ensino. Costa e Venturi (2021) ressaltam que é fundamental que, durante a formação inicial e continuada, os licenciandos vivenciem situações de aprendizagem que os coloquem no centro do processo educativo, possibilitando experiências práticas que os preparem para a utilização de diferentes métodos pedagógicos.

Nesse contexto, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)¹ destaca-se como uma alternativa metodológica relevante para a formação inicial de professores, uma vez que possibilita o envolvimento dos estudantes em atividades cooperativas voltadas à resolução de problemas, ao mesmo tempo em que promove a aprendizagem de conteúdos curriculares significativos (Bender, 2014).

De forma complementar, a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) apresenta-se como uma perspectiva potente para ser incorporada aos cursos de licenciatura, por promover debates e discussões sobre as inter-relações entre os avanços científicos e tecnológicos, a sociedade e o meio ambiente, favorecendo uma formação cidadã com visão mais crítica e abrangente da ciência (Carvalho; Santos; Lobino, 2023).

Articulada a essas propostas, a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC), proposta por Moreira (2011), oferece um importante suporte teórico ao enfatizar que a aprendizagem deve ir além da atribuição de significados, envolvendo também a análise crítica, a ressignificação dos conhecimentos e o posicionamento do estudante diante de questões

¹ A Aprendizagem Baseada em Projetos é comumente identificada na literatura pela sigla ABPj. Contudo, no presente trabalho, optou-se pela utilização da sigla ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos), em consonância com a nomenclatura adotada no aporte teórico de Bender (2014), que fundamenta a abordagem metodológica assumida nesta pesquisa.

sociocientíficas. Ao valorizar processos de problematização, diálogo e reflexão, a TASC aproxima-se diretamente de metodologias como a ABP e de abordagens contextualizadas como a CTSA, especialmente quando vinculadas a temáticas socioambientais.

Nesse sentido, a utilização de temas relevantes para a realidade dos estudantes torna-se um elemento fundamental no processo educativo. Sutter et al. (2019) destacam que a abordagem de temas significativos tende a despertar maior interesse, engajamento e abertura para novas perspectivas, além de estimular a criatividade. No contexto dos cursos de Licenciatura em Química, a Educação Ambiental (EA) configura-se como uma temática especialmente pertinente, pois não se limita à apresentação de problemas ambientais ou à prescrição de comportamentos ecologicamente corretos, mas possibilita a abordagem crítica das relações entre sociedade, ciência, tecnologia e ambiente (Biasoli; Sorrentino, 2018).

Apesar das contribuições teóricas que defendem a inserção de metodologias ativas, da abordagem CTSA e da EA na formação inicial de professores, observa-se que ainda são incipientes, especialmente nos cursos de Licenciatura em Química, investigações empíricas que analisem, de forma sistematizada, como propostas pedagógicas integradas contribuem efetivamente para o desenvolvimento do pensamento crítico dos licenciandos. Embora estudos como os de Gonçalves e Gomes (2022) enfatizem a necessidade de ampliar o repertório metodológico nos cursos de licenciatura, ainda são pouco exploradas sequências didáticas que articulem, de maneira intencional, a Aprendizagem Baseada em Projetos, a abordagem CTSA e a EA com foco explícito na promoção do pensamento crítico e da aprendizagem significativa crítica. Dessa forma, permanece a necessidade de pesquisas que investiguem não apenas a adoção dessas abordagens, mas seus impactos formativos no modo como os futuros professores analisam, problematizam e tomam decisões diante de questões socioambientais.

Diante dessas considerações, emerge a seguinte questão de pesquisa: de que maneira a aplicação de uma Sequência Didática fundamentada na ABP, articulada à abordagem CTSA e à Educação Ambiental, pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa crítica na formação inicial de professores de Química?

Com base nessa problematização, o presente trabalho propõe a aplicação de uma Sequência Didática (SD) fundamentada na ABP, articulada à abordagem CTSA, no curso de Licenciatura em Química. A EA constitui o eixo temático central da proposta, com ênfase em problemas ambientais locais da cidade de Fortaleza-CE, local de realização da pesquisa, visando promover o exercício do pensamento crítico na formação inicial de professores de Química.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar o desenvolvimento do pensamento crítico e da aprendizagem significativa crítica, fundamentada na TASC, por meio da aplicação de uma sequência didática baseada na ABP e articulada à abordagem CTSA, tomando a Educação Ambiental como eixo temático na formação inicial de professores de Química.

Para alcançar esse objetivo geral, busca-se compreender as concepções iniciais dos licenciandos acerca do pensamento crítico, da ABP e da abordagem CTSA; vivenciar e analisar a aplicação da sequência didática; investigar de que modo as atividades propostas favorecem processos de problematização, reflexão, tomada de decisão e ressignificação de conceitos químicos, à luz da TASC; e analisar as percepções dos licenciandos sobre as contribuições da sequência didática para sua formação inicial e para o desenvolvimento do pensamento crítico em sua futura prática docente.

Diante desse panorama, esta dissertação encontra-se organizada em capítulos que dialogam de forma articulada em torno da problemática investigada, considerando os fundamentos teóricos, metodológicos e analíticos da pesquisa.

A primeira seção, Introdução, teve como finalidade apresentar o contexto e o cenário atual da formação inicial de professores de Química, evidenciando as demandas por práticas pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico e da alfabetização científica. Nessa seção, foram explicitados o problema de pesquisa, os objetivos gerais e específicos, a justificativa do estudo, bem como a relevância acadêmica e formativa da investigação, situando o leitor quanto às motivações e aos fundamentos que orientam a proposta da dissertação.

A segunda seção, Referencial Teórico, é dedicada à discussão dos principais aportes conceituais que sustentam a pesquisa. Nela, são abordados os fundamentos do pensamento crítico no ensino de Química, a ABP e a abordagem CTSA, estabelecendo relações entre essas perspectivas e a formação inicial de professores de Química. Essa seção fornece a base teórica necessária para compreender as escolhas metodológicas adotadas ao longo do estudo.

A terceira seção, Estado da Arte, apresenta um mapeamento e análise das produções científicas relacionadas à temática da pesquisa, com foco em estudos que investigam a ABP, a abordagem CTSA e o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de Química e na formação docente. A partir dessa análise, são evidenciadas tendências, contribuições e lacunas na literatura, as quais reforçam a pertinência e a originalidade da presente investigação.

A quarta seção, Metodologia, descreve os caminhos metodológicos adotados na pesquisa, caracterizando sua abordagem, o contexto de realização, os participantes, os instrumentos de coleta de dados e os procedimentos de análise. Nessa seção, são detalhadas as

etapas de implementação da sequência didática fundamentada na ABP articulada à abordagem CTSA, bem como os critérios utilizados para analisar o desenvolvimento do pensamento crítico dos licenciandos.

A quinta seção, Resultados e Discussões, apresenta e analisa os dados obtidos ao longo da pesquisa, tomando como base o referencial teórico adotado. As discussões buscam evidenciar as contribuições da metodologia proposta para o desenvolvimento do pensamento crítico e da formação docente crítica e reflexiva, articulando os achados empíricos com estudos anteriores da área.

Por fim, a sexta seção, Conclusão, reúne as considerações finais da dissertação, retomando os objetivos propostos e os principais resultados alcançados. Essa seção destaca as contribuições da pesquisa para o campo do Ensino de Química e para a formação inicial de professores, aponta suas limitações e sugere encaminhamentos para futuras investigações que aprofundem a relação entre metodologias ativas, abordagem CTSA e pensamento crítico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Formação de Professores de Química: Desafios e Perspectivas

A educação exerce papel fundamental na construção de uma sociedade, de modo que é de suma importância que as novas gerações sejam formadas por meio da influência dos legados construídos pela humanidade ao longo da história, para que a sociedade formada seja capaz de reproduzir as atitudes sociais em condições mais favoráveis. Dessa forma, a educação influencia diretamente a cultura e o modo de vida das pessoas (Adams; Siqueira; Moradillo, 2022).

Nesse contexto, Saviani (2011) destaca que é dever da educação identificar e buscar métodos para desenvolver elementos culturais, buscando garantir que as pessoas se tornem plenamente humanas, devendo ocorrer de maneira crítica, para que sejam formados cidadãos engajados e capazes de discernir em meio a situações adversas.

Tendo em vista esses princípios, Queiroz e Massena (2022) defendem que para que questões sociais, culturais e econômicas sejam trabalhadas, é necessário investir em uma educação de qualidade, de modo, que a formação de professores se torna um dos principais pontos a serem discutidos, haja vista, que a maneira como os professores são formados influencia diretamente em sua prática pedagógica.

Diante disso, é crucial que durante a formação de professores haja a promoção de vivências e discussões, que garantam a qualificação para além de conteúdos específicos correspondentes à área de formação dos professores, para que sejam capacitados a pensar em uma educação transformadora, respaldada nas relações histórico-sociais inerentes a vida em sociedade (Adams; Siqueira; Moradillo, 2022).

Trazendo a formação de professores para o contexto do ensino de Química, Schnetzler (2004), afirma que o domínio apenas dos conteúdos da Química não é suficiente para o desenvolvimento de pesquisas no campo de ensino, dada a complexidade do objeto de estudo, sendo necessário considerar as interações sociais que o caracterizam. Na sala de aula, a mesma afirmativa detem de relevância, pois não basta apenas reproduzir os conteúdos, é preciso ter ciência do seu público, o meio em que vivem e das dinâmicas sociais que o cercam.

Em consonância a isso, Siqueira (2019) destaca que a prática docente deve ser mediada por meio da integração entre a teoria e a prática de maneira crítica, isso significa que os professores devem não somente apresentar os conteúdos, mas que também devem aplicá-los de maneira contextualizada e reflexiva, aplicando a realidade dos alunos. Por meio disso, a prática docente torna-se um processo dialético, capaz de desenvolver plenamente as capacidades

humanas de cada indivíduo, além de promover o exercício do senso crítico, formando pessoas engajadas e conscientes dos desafios sociais.

No entanto, essa relação entre teoria e prática ainda é pouco percebida na formação dos professores de Química, tendo em vista que durante muito tempo o processo de formação era baseado no método 3+1, que consistia em cursar as disciplinas específicas da Química nos três primeiros anos do curso e no último ano dedicar-se às disciplinas pedagógicas, geralmente oferecidas na Faculdade de Educação, sendo reforçada a ideia de que para lecionar na área apenas os conhecimentos científicos necessitavam de maior atenção (Silva et al., 2016).

Por essas razões, os cursos de licenciatura apresentam algumas limitações, geralmente referentes aos componentes curriculares, que resultam em inseguranças profissionais ao final da formação. A fragmentação do conhecimento com disciplinas científicas separadas das pedagógicas, a ausência da experiência prática em sala de aula e o foco excessivo na quantidade de conteúdo sem a preocupação com a qualidade da aprendizagem, resulta no sentimento de insegurança em muitos recém-formados quando inseridos na Educação Básica, onde sentem falta de domínio da sala de aula e dificuldades na construção curricular (Queiroz; Massena, 2016).

Considerando esse aspecto, fica evidenciado a necessidade de reconhecer as lacunas e fragilidades presentes nos cursos de licenciatura para trabalhar nessas temáticas, a fim de formar professores que saibam não somente os conteúdos inerentes a sua área de formação, mas, que também sejam capazes de ensiná-los de maneira significativa e contextualizada. Diante disso, é firmada a busca por uma formação inicial que valorize os conhecimentos científicos, filosóficos, artísticos e históricos, para que sejam capazes de explicar e entender os grandes problemas socioculturais e ambientais da sociedade atual (Adams; Siqueira; Moradillo, 2022).

2.2 CTSA no Ensino de Química: Conexões entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O processo de globalização advindo da revolução tecnológica impactou diretamente o modelo de sociedade que vivemos hoje. Nesse cenário, o conhecimento científico ganha força e notoriedade, uma vez que se converteu em elemento político e econômico, devido sua presença constante nos afazeres cotidianos, seja no trabalho ou até mesmo no convívio social. Frente a isso, fica evidente a necessidade de implementar a alfabetização científica no processo de formação dos indivíduos, para que possam desenvolver habilidades críticas, para se posicionarem e serem capazes de compreender os fenômenos naturais (Moreira; Aires; Lorenzetti, 2017).

Assim, o interesse por entender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas implicações tornaram-se, há muito tempo, um objeto de estudo (Silva, 2020). Nessa perspectiva, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) surge no século XX em decorrência dos acontecimentos pós Segunda Guerra Mundial, impulsionada pelas corridas tecno-científicas entre as potências mundiais e pelos impactos desses feitos no bem-estar humano e na sustentabilidade do planeta. Em meio a esse cenário, despertou-se o interesse entre os países capitalistas centrais em debater e refletir sobre a influência da ciência e da tecnologia no meio social (Carvalho; Santos; Lobino, 2023).

Posteriormente, acrescentou-se a sigla “A” referente ao meio ambiente, tornando a expressão CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), com a finalidade de discutir e abordar os impactos dos avanços científicos e tecnológicos não somente nos espaços sociais, como também ambientais (Santos; Vilches; Brito, 2016).

No Brasil, a abordagem CTSA já repercute há mais de três décadas, entretanto, no âmbito educacional esse enfoque foi pouco incorporado, principalmente na formação de professores de ciências. Nesse sentido, surge a necessidade da implementação dessa abordagem na formação de professores, a fim de elaborar propostas de intervenção e ações reflexivas sobre a inter-relação entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o meio ambiente (Carvalho; Santos; Lobino, 2023).

Dentre os objetivos da abordagem CTSA no âmbito educacional, encontra-se o anseio pela promoção do desenvolvimento da compreensão da interdependência entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, visando, proporcionar as condições necessárias para o exercício da cidadania de maneira ativa, responsável e crítica (Munchen; Adaime, 2021).

Além disso, essa abordagem se opõe ao método de ensino tradicional, pois nega o emprego da mera memorização de conceitos apenas para a realização de testes, pois reconhece a importância do emprego de significância ao ensino, abrindo portas para a inclusão de temas que sejam relevantes e que estejam presentes no cotidiano dos alunos (Santos; Mortimer, 2000).

Com base nisso, a abordagem CTSA no espaço escolar, é promovida por meio da utilização de temas relevantes para abordar os conteúdos conceituais da ciência, garantindo que haja a interação entre o conteúdo a ser estudado e o mundo. Além disso, outra característica bastante pertinente é a promoção de debates e discussões científicas, tecnológicas, sociais e políticas, proporcionando ao aluno uma formação que favorece e incentiva a participação estudantil (Munchen; Adaime, 2021).

Diante disso, é válido ressaltar que a elaboração dos temas para que sejam promovidos na perspectiva CTSA devem atender alguns critérios, como a existência de controvérsias a respeito da problemática, ou seja, é necessário que haja opiniões divergentes, para que o debate seja promovido. Outro critério a ser atendido, corresponde ao seu impacto, devendo ele ter impacto social. Por fim, o problema deve estar ligado à ciência e a tecnologia em alguma dimensão (Ramsey, 1993).

É válido destacar que a utilização da abordagem CTSA possibilita que as vivências dos estudantes sejam incluídas no seu processo de aprendizagem, conferindo a elas explicações baseadas nos conhecimentos científicos e tecnológicos, garantindo significância à aprendizagem (Munchen; Adaime, 2021). Ademais, permite que o desenvolvimento da alfabetização científica, habilidade essencial para uma formação crítica, de modo que a educação científica passa a assumir o papel de formação cidadã, por meio do desenvolvimento de valores como a capacidade de tomar decisão, se posicionar e de analisar diante de eventos cotidianos (Santos; Auler, 2011).

Além disso, em razão da abordagem CTSA ser promovida por meio de escolhas temáticas, torna-se uma metodologia capaz de integrar diferentes áreas, se caracterizando com um eixo integrador, possibilitando que as diversas áreas conversem entre si, conferindo uma visão panorâmica do contexto social, político, científico, tecnológico e ambiental, subsidiada por diferentes perspectivas (Guedes; Valle; Chaves, 2016). Nesse contexto, dentre as abordagens temáticas, a Educação Ambiental (EA) surge como uma temática crucial a ser desenvolvida por meio da perspectiva CTSA, pois ela permite a articulação entre a compreensão científica e a consciência social, facilitando a construção de uma postura crítica e reflexiva sobre os impactos ambientais e o desenvolvimento sustentável.

Ademais, de acordo com a Lei Federal nº 9.795/1999 da Política Nacional de Educação Ambiental, a EA é um componente essencial e permanente a ser desenvolvido na educação nacional, em todos os níveis e modalidades de ensino (Brasil, 1999). Haja vista que, um dos objetivos de se discutir as questões ambientais no âmbito educacional é de sensibilizar os alunos, professores, técnicos e todos os envolvidos no processo educativo quanto à sua responsabilidade na proteção e preservação do meio ambiente. Além disso, visa conciliar os conhecimentos adquiridos com a visão de construção de uma sociedade mais sustentável, promovendo a formação de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade (Magrin; Zanotto; Fioresi, 2020).

É válido destacar que a EA deve ser abordada de forma interdisciplinar, integrando-se às demais disciplinas, e não apenas como uma matéria isolada, em razão da sua importância e

aplicabilidade social (Pereira; De Souza; Sampaio, 2023). Com isso Carvalho (2017) salienta que a EA no plano pedagógico desempenha papel fundamental, pois se apresenta de maneira crítica e em oposição a compartimentação do conhecimento em disciplinas. De modo, que é dever do educador buscar meios para despertar o interesse dos estudantes a discutirem sobre as questões ambientais, visando primordialmente, a transformação de valores e a mudança de visão do seu entorno, por meio do desenvolvimento de habilidades críticas.

Assim, com a aproximação da ciência e da tecnologia com sociedade, é construída a ideia de que ambas não são dogmas, mas que são mutáveis e estão em constante transformação por meio da ação humana (Adams; Nunes, 2023). Entretanto, é notório que mesmo contribuindo para uma educação de qualidade e para uma formação cidadã crítica, pouco ainda é visto a inclusão de atividades e de estratégias que contemplem essa abordagem em sala de aula, muitas vezes, em razão do não conhecimento por parte dos professores (Magalhães; Tenreiro Vieira, 2006).

Ao olhar por essa ótica, é imprescindível que para essa abordagem seja desenvolvida na educação, seja implementada formação inicial e continuada de professores, onde deve ser trabalhado esse tema, para que os professores sejam capazes de pensar e de elaborar suas aulas nessa perspectiva, pois são eles os responsáveis por promover as reflexões, sendo necessário que haja uma reorganização curricular (Munchen; Adaime, 2021).

Nesse sentido, é de suma importância que o processo de formação de professores proporcione o conhecimento das diversas metodologias de ensino, assim como da abordagem CTSA, com o intuito de atender às necessidades educacionais da sociedade atual (Adams; Nunes, 2023).

Desse modo, a abordagem CTSA favorece a discussão de problemáticas contemporâneas que articulam conhecimentos científicos, desenvolvimento tecnológico, questões sociais e impactos ambientais, permitindo que os estudantes compreendam a ciência de maneira contextualizada e crítica. Entre essas temáticas, destacam-se as discussões relacionadas à produção e ao consumo de energia, especialmente diante das demandas atuais por alternativas mais sustentáveis e ambientalmente responsáveis.

Historicamente, o desenvolvimento da sociedade esteve intrinsecamente associado ao domínio e ao uso da energia (Lima, 2012). Desde a descoberta do fogo até a exploração intensiva de combustíveis fósseis, a expansão social, econômica e tecnológica ocorreu paralelamente ao aumento do consumo energético. Contudo, o uso desenfreado dos recursos naturais e energéticos ampliou os impactos ambientais, fazendo com que problemas antes restritos a contextos locais assumissem proporções globais. Nesse sentido, a dependência de

fontes não renováveis e os efeitos decorrentes da queima de combustíveis fósseis colocam em evidência a necessidade de repensar os atuais modelos de produção e consumo de energia.

Os combustíveis fósseis desempenharam papel fundamental no desenvolvimento da sociedade moderna e constituem um campo de estudo relevante para a Química, desde a compreensão de sua composição e propriedades até a análise das consequências ambientais associadas ao seu uso (Adams; Nunes, 2022). Paralelamente, a busca por fontes renováveis e menos poluentes tem se intensificado, tornando a temática dos combustíveis e das energias alternativas um potente elemento de contextualização no ensino de Química. Essa temática possibilita a articulação de diversos conteúdos da disciplina, ao mesmo tempo em que promove reflexões sobre sustentabilidade, impactos ambientais e responsabilidade social.

Diante do aumento da demanda energética e dos impactos ambientais associados, a discussão sobre energia no ensino de Química torna-se imprescindível (Adams; Nunes, 2022). Abordar esses problemas em sala de aula contribui para que os estudantes reflitam sobre o papel que desempenham enquanto cidadãos e sobre as possibilidades de mitigação dos impactos ambientais. A educação científica, nesse contexto, deve ser compreendida como um chamado à ação, incentivando o engajamento dos discentes na construção de uma sociedade mais justa e sustentável. O uso de conceitos químicos para discutir questões socioambientais próximas à realidade dos estudantes é fundamental para que eles percebam a relevância e a aplicabilidade dos conhecimentos científicos.

A crise energética e os problemas ambientais associados têm impactado negativamente o desenvolvimento econômico e social, bem como a qualidade de vida das populações em diferentes países (Wang; Liang, 2021). Como resposta, diversas nações têm investido de forma expressiva em fontes de energia limpa e renovável, visando reduzir a emissão de gases de efeito estufa e promover uma distribuição mais equitativa dos recursos energéticos. Nesse contexto, a escola assume papel estratégico na conscientização dos estudantes acerca da importância das energias renováveis, além de contribuir para a formação de profissionais capazes de propor inovações tecnológicas e soluções sustentáveis no uso desses recursos.

As fontes de energia renováveis caracterizam-se pela capacidade de serem naturalmente reabastecidas, o que implica menor risco de esgotamento em comparação às fontes não renováveis (Silva, 2024). O conceito de energia limpa, por sua vez, está associado à produção de energia com baixos níveis de emissão de poluentes e menor impacto ambiental. Embora muitas fontes renováveis sejam consideradas limpas, é importante compreender que nem toda energia limpa é necessariamente renovável, o que reforça a necessidade de análises críticas e criteriosas sobre as diferentes matrizes energéticas.

Nesse sentido, torna-se fundamental conscientizar e preparar os estudantes para analisar questões socioambientais relacionadas à dependência do mundo contemporâneo em relação aos recursos não renováveis, bem como para debater alternativas energéticas viáveis (Nuriddinovna; Pulatova, 2022; Silva, 2024). Essa formação deve contemplar tanto os benefícios quanto as limitações das fontes de energia renovável, possibilitando uma compreensão mais ampla e realista sobre seus impactos ambientais, sociais e econômicos.

As controvérsias sociocientíficas emergem como ferramentas relevantes nesse processo formativo, uma vez que envolvem debates éticos, políticos e sociais decorrentes dos avanços científico-tecnológicos (Duso; Hoffmann, 2013). A discussão sobre os impactos positivos e negativos das energias renováveis, como a expansão de hidrelétricas, parques eólicos e usinas solares, favorece a abordagem CTSA, ao articular ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. No contexto brasileiro, onde a matriz energética é majoritariamente sustentada por fontes renováveis, com destaque para a energia hidrelétrica e a crescente expansão das fontes eólica e solar, essas discussões tornam-se ainda mais pertinentes (Silva, 2025).

Além disso, é válido destacar, que no contexto da educação básica brasileira, a temática “Energia” é compreendida como um eixo estruturante do currículo, devendo ser abordada ao longo do ensino fundamental e médio de forma articulada entre diferentes áreas do conhecimento (Brasil, 2018). Na área de Ciências da Natureza, essa discussão se insere na unidade temática Matéria e Energia, o que evidencia a relevância do tema para a compreensão de fenômenos naturais, processos tecnológicos e implicações socioambientais. Dessa forma, trabalhar as energias renováveis no ensino de Química contribui para a formação de cidadãos críticos, capazes de compreender e intervir de maneira responsável frente aos desafios energéticos do século XXI.

Assim, ao integrar a temática das energias renováveis e abordar na perspectiva das suas controvérsias sociocientíficas no ensino de Química, cria-se um espaço propício para o desenvolvimento do pensamento crítico, pois, a partir dessas discussões, os estudantes são instigados a analisar diferentes perspectivas, avaliar evidências, argumentar de forma fundamentada e tomar decisões conscientes, fortalecendo sua formação científica e cidadã.

2.3 Aprendizagem Baseada em Projetos: Estratégias para o Ensino Crítico

Segundo Hernández (1998), trabalhar com projetos na educação ultrapassa os limites da escola, pois permite que as transformações sociais e os saberes construídos socialmente sirvam

de subsídio para a sua construção, além de permitir que se aprenda de maneira crítica, ao integrar o meio social ao meio intelectual.

As bases do trabalho com projetos encontram respaldo na filosofia educacional de John Dewey, para quem a aprendizagem ocorre por meio da experiência e da investigação de situações problemáticas significativas. Ao defender o princípio do *learning by doing* (aprender fazendo), Dewey compreende o estudante como sujeito ativo do processo educativo, em constante interação com o meio social, perspectiva que fundamenta práticas pedagógicas centradas no desenvolvimento de projetos (Dewey, 1916; 1938).

Essa concepção pedagógica ganha força no movimento denominado Escola Nova, que emergiu no período pós-Primeira Guerra Mundial, em um contexto marcado por intensas transformações sociais, políticas e culturais. Liderado, entre outros pensadores, por John Dewey, o movimento defendia a necessidade de romper com modelos educacionais tradicionais, propondo uma educação alinhada às demandas de uma sociedade em constante mudança. Para Dewey, o ensino deveria estimular o interesse dos estudantes, por meio de atividades significativas, contextualizadas e orientadas por propósitos bem definidos (De Paula; Moreira, 2021).

Em sua obra *Experiência e Educação*, Dewey expressa seu descontentamento com o modelo de ensino tradicional vigente à época, caracterizado pela centralidade na memorização e pela transmissão de conhecimentos estáticos, dissociados da realidade vivenciada pelos alunos. Segundo o autor, esse modelo mostrava-se incompatível com um mundo dinâmico e em permanente transformação (Dewey, 1979).

Nesse panorama, Dewey defende que a aprendizagem ocorre a partir da participação ativa dos sujeitos, da vivência de experiências significativas, do envolvimento emocional e da tomada de decisões diante de situações concretas. Assim, a educação deveria fundamentar-se na experiência, na valorização dos conhecimentos e habilidades dos estudantes e na resolução de problemas reais. À luz desses princípios, o autor propõe a Pedagogia de Projetos como uma alternativa pedagógica capaz de promover maior protagonismo, autonomia e engajamento discente no processo educativo (Vieira; Cortes; Mota, 2020).

Em consonância com as ideias de Dewey, seu aprendiz e colega William Kilpatrick um pedagogo norte-americano, estruturou o Método de Projetos em 1918, mais tarde sendo conhecido como ABP, método esse, motivado pela insatisfação com o modelo de ensino na época e compactuando com a ideia de que uma sociedade em mudança necessita de novos modelos para a educação (Paula, 2021).

Em sua obra “Educação para uma civilização em mudança” (1978), Kilpatrick descreve a natureza da civilização como em constante mudança e como essas mudanças impactam na educação. Nesse contexto, o autor delimita a necessidade de a educação acompanhar essas transformações ao afirmar que “Em lugar de preparar, como melhor podia para um futuro desconhecido, em mudança, a educação tradicional, com efeito, pretendeu que o futuro fosse igual ao presente” (Kilpatrick, 1978, p. 86). Para Kilpatrick o ato de não trazer as mudanças que estavam acontecendo no mundo inteiro na época, a realidade da civilização, para a educação, a mantinha estagnada e não preparava verdadeiramente os estudantes para a vida em sociedade, ao privar que as suas vivências fossem trazidas para o meio educacional.

O Método de Projeto, proposto por Kilpatrick (1978), é uma metodologia pautada na inclusão da realidade dos estudantes e da aprendizagem baseada na resolução de problemas, de modo que o autor valoriza que haja a experiência, a experimentação por parte dos estudantes, pois acreditava que o aprendizado parte do aluno, logo seria necessário cativar o seu interesse por meio da utilização dos conhecimentos e das vivências dos estudantes ao longo da vida, dando um sentido para o estudo. Diante disso, o próprio aluno seria o agente ativo e protagonista da sua aprendizagem e o professor seria o mediador e motivado, cabendo a ele trazer situações envolventes capazes de desenvolver o pensamento crítico, individual e social nos estudantes (De Paula; Moreira, 2021).

Fernando Hernández, inspirado pelas ideias de Kilpatrick (1978), dedicou-se a estudar sobre o Método de Projetos e reformulou critérios para a elaboração e execução dessa metodologia, partindo dos princípios de Kilpatrick (1978). Com isso, o autor estabelece que se deve iniciar com a apresentação de um problema para a turma para dar início à elaboração dos projetos, de modo que deve conter soluções para o problema. Feito isso, segue para a busca de informações sobre o tema, em fontes diversas, de modo a organizar e interpretar essas informações. Por meio das informações coletadas os alunos devem relacionar com o tema e com outros problemas que porventura venham a identificar. Por fim, deve haver a apresentação dos projetos desenvolvidos, destacando o caminho metodológico, devendo se avaliar, com base nos conhecimentos adquiridos (Hernández, 1998).

No século XXI essa temática vem ganhando visibilidade, onde muitos pesquisadores na área da educação dedicam seus estudos a essa metodologia, destacando-se William Bender com o lançamento de seu livro “Aprendizagem Baseada em Projeto: Educação diferenciada para o século XXI”, onde explora esse método de ensino, apresentado de maneira sistemática e detalhada como devem ser planejadas as aulas, as etapas principais, as estratégias que podem ser utilizadas para envolver os alunos e como avaliar (Bender, 2014).

Em seu livro, Bender (2014) define que:

A ABP pode ser definida pela utilização de projetos autênticos e realistas, baseados em uma questão, tarefa ou problema altamente motivador e envolvente, para ensinar conteúdos acadêmicos aos alunos no contexto do trabalho cooperativo para a resolução de problemas (2014, p.15).

A partir dessa definição, compreende-se que a ABP se caracteriza como uma abordagem pedagógica que desloca o foco do ensino transmissivo para um processo investigativo e colaborativo, no qual os estudantes assumem papel ativo na construção do conhecimento. Nessa perspectiva, os projetos não se configuram apenas como produtos finais, mas como percursos formativos orientados por problemas significativos, que demandam tomada de decisões, articulação de saberes e mobilização de diferentes competências cognitivas e sociais.

Dentre as etapas descritas por Bender para a execução da ABP, tem-se que deve ser constituída por sete principais elementos, uma âncora, a presença de uma questão motriz, oportunidade de voz e escolha dos alunos, estabelecimento dos processos específicos para investigação e pesquisa, realização da pesquisa, oportunidade para reflexão e avaliação e apresentação dos projetos (Bender, 2014).

A âncora se relaciona a etapa de envolvimento e motivação dos alunos, que consiste na apresentação de um tema ou problema inicial que chame a atenção dos alunos e os motive a se engajar no desenvolvimento do projeto. Desse modo, a âncora é o ponto de partida nessa metodologia. Em seguida, deve ser apresentada a questão motriz, que corresponde a apresentação do problema central a ser explorado, devendo ela ser desafiadora, para que os alunos sejam incentivados a pensar e buscar soluções. Essa etapa é crucial, pois funciona como foco principal do projeto, direcionando as próximas ações dos estudantes. Além disso, durante o desenvolvimento dos projetos deve ser dada a oportunidade de voz e escolha dos alunos, para que sua construção seja baseada nas ideias e escolhas dos alunos, dando a eles maior autonomia (Bender, 2014).

Sendo finalizada essas etapas iniciais, deve ser iniciado o estabelecimento dos processos específicos para investigação e pesquisa, que consiste em definir os métodos e estratégias que serão utilizados, traçando o cronograma de execução do projeto. Feito isso, é iniciada a realização da investigação, onde os alunos colocam em prática o plano traçado. Em seguida, as equipes vão para a etapa de reflexão sobre os resultados obtidos. Esse momento é crucial para o desenvolvimento do pensamento crítico, pois os alunos são incentivados a refletirem sobre todo o caminho percorrido, os respectivos resultados obtidos e analisar se são coerentes, se apoiando em trabalhos científicos. Por fim, os projetos desenvolvidos devem ser apresentados

publicamente e avaliados, que pode incluir os colegas de classe, professores e a comunidade em geral, sendo importante a realização de *feedback*, para que os estudantes possam identificar seus erros e acertos, contribuindo para o seu crescimento contínuo (Bender, 2014).

Tendo em vista isso, é válido ressaltar que a ABP pode acontecer em níveis diferentes de desenvolvimento de projeto, indo dos mais complexos aos mais simples, além de poderem ser aplicados em uma variedade de contexto, como em disciplinas, projetos integradores, projetos transdisciplinares, sem que haja alteração do foco e da essência da metodologia, pois ao final do processo espera-se que os alunos desenvolvam um produto que evidenciem a sua aprendizagem, de modo que as etapas a serem seguidas são as mesmas (Bacich; Moran, 2018).

Além disso, com a difusão das tecnologias digitais na atualidade, a construção dos projetos pode ser realizada por uma diversidade de recursos, como apresentações multimídias, vídeos, simulações, dentre outros, de modo a corroborar para a comunicação entre diferentes áreas do conhecimento, colaborando para que o ensino ocorra de maneira diferencial, permitindo trabalhar com um público diversificado, característico das salas de aula atuais, além de permitir que cada aluno desenvolva sua potencialidade, por meio do estímulo às interações sociais, a aprendizagem a partir das trocas de informações e o trabalho colaborativo (Costa, 2020).

Diante de tal panorama, Vieira et al. (2020) disserta que a ABP torna o processo de aprendizagem mais dinâmico, por romper com a mecanismo do ensino tradicional, onde os conteúdos a serem ministrados são fixos e sem ter necessariamente correlação com a realidade dos alunos, corroborando para uma aprendizagem mais significativa e interessante. Além disso, os autores enfatizam que por esse método utilizar a construção de um projeto em torno de um tema, dá a oportunidade para que o aprendiz desenvolva habilidades investigativas, por ser incentivada a realização da busca por informações, coleta de dados, levantamento de hipóteses, dando ao aluno o papel de protagonista no processo de aprendizagem (Vieira; Cortes; Mota, 2020).

Em soma a isso, a BNC-Formação define, no Art. 12, inciso 2, que diz respeito à didática e seus fundamentos, que os professores devem utilizar e enfatizar em sua prática docente a importância do trabalho colaborativo por meio de projetos que favoreçam a aprendizagem conjunta, a fim de desenvolver habilidades de trabalho em grupo, cooperação e comunicação (Brasil, 2019). Dessa maneira, é firmado o compromisso de preparar futuros educadores não apenas para transmitir conhecimento, mas também para facilitar o desenvolvimento de competências essenciais para o exercício da cidadania.

Mediante a tudo que foi exposto, às abordagens e metodologias apresentadas buscam promover uma educação que vá além do conteúdo, por meio do engajamento dos alunos em processos de investigação, resolução de problemas e colaboração, elementos fundamentais para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico.

2.4 Diálogos entre CTSA e ABP: Caminhos para uma Educação Contextualizada e Significativa

Com base nas discussões apresentadas ao longo deste capítulo acerca dos pressupostos e objetivos da abordagem CTSA e dos fundamentos pedagógicos da Aprendizagem Baseada em Projetos, torna-se pertinente estabelecer um diálogo entre essas duas perspectivas no contexto do ensino de Ciências e, em especial, do ensino de Química. Ao considerar suas proposições centrais, observa-se que ambas convergem para a construção de práticas pedagógicas que buscam superar a fragmentação dos conteúdos e a abordagem meramente transmissiva, orientando-se para a formação de sujeitos capazes de compreender, analisar e intervir de forma crítica e consciente nas questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais que permeiam a realidade em que estão inseridos.

No que se refere à abordagem CTSA, esta emerge a partir do movimento CTS, o qual passou a enfatizar os enfoques sociais relacionados às transformações decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos. Com o aprofundamento dessas discussões, incorporou-se de maneira mais sistemática a dimensão ambiental, ampliando a compreensão para a perspectiva CTSA. Tal abordagem se desenvolveu a partir dos questionamentos acerca das relações entre Ciência e Tecnologia e de suas mediações com a sociedade, considerando os impactos sociais, éticos e ambientais associados à produção e à aplicação do conhecimento científico-tecnológico, o que reforça seu potencial formativo para a análise crítica da realidade contemporânea (Pereira, 2023).

Nessa perspectiva, as abordagens de ensino fundamentadas na relação CTS/CTSA defendem a necessidade de promover o desenvolvimento de uma postura crítica entre os estudantes, reconhecendo que tal criticidade não se constrói a partir de concepções isoladas ou abstratas. Ao contrário, ela se estabelece por meio de um processo coletivo e dialógico, ancorado na articulação entre os saberes científicos e tecnológicos e suas inserções no contexto social. Dessa forma, a compreensão das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade torna-se elemento central para a formação de sujeitos capazes de analisar, questionar e posicionar-se diante das problemáticas contemporâneas (Nascimento Filho, 2022).

No âmbito da ABP, os estudantes são organizados em grupos e engajados na resolução de problemas desafiadores e autênticos, ancorados nos conteúdos curriculares e passíveis de articulação interdisciplinar e multidisciplinar. Nessa metodologia, os alunos assumem papel ativo no processo de aprendizagem, participando das decisões acerca das estratégias de abordagem do problema e das atividades a serem desenvolvidas. Além disso, são incentivados a buscar informações em diferentes fontes, bem como a sintetizar, analisar e interpretar os dados obtidos, o que contribui para a construção de conhecimentos mais significativos e contextualizados (Liecheski, 2019).

Ao discutir a ABP, Santos (2010) destaca que essa metodologia apresenta potencial para a formação de cidadãos autônomos, capazes de intervir de maneira consciente em sua realidade. Entretanto, o autor ressalta que a simples familiarização com a ABP não é suficiente para sua efetiva implementação, sendo necessário que os docentes desenvolvam habilidades e competências que viabilizem sua aplicação de forma contextualizada e interdisciplinar. Nesse sentido, a abordagem CTSA contribui de maneira significativa para o desenvolvimento dessas competências, ao fornecer subsídios teóricos e críticos que orientam a problematização das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

A articulação entre ABP e CTSA possibilita que os projetos sejam estruturados a partir de questões sociocientíficas relevantes, promovendo situações de aprendizagem que induzem os estudantes à reflexão, à tomada de decisões e à adoção de atitudes fundamentadas, integrando formação conceitual e formação cidadã.

Ao considerar as etapas que estruturam a ABP, observa-se uma aproximação direta com os pressupostos da abordagem CTSA, sobretudo no que se refere à centralidade de problemas socialmente relevantes. A definição da questão motriz, elemento orientador do desenvolvimento dos projetos, constitui-se como um ponto-chave dessa articulação, uma vez que deve emergir de temas significativos para os estudantes e ancorados na realidade social (Bender, 2014).

Nesse sentido, a perspectiva CTS/CTSA contribui ao propor a articulação entre conhecimentos científicos e técnicos e as dimensões sociais, éticas e ambientais que permeiam o cotidiano dos discentes. Assim, a questão motriz deixa de se restringir a um problema de natureza exclusivamente conceitual, passando a configurar-se como uma problemática sociocientífica, capaz de mobilizar processos investigativos, reflexão crítica, tomada de decisões e posicionamento frente às implicações da ciência e da tecnologia na sociedade, favorecendo a construção de aprendizagens contextualizadas e socialmente comprometidas (Chiovitti, 2025).

De acordo com as contribuições dos diferentes autores discutidos ao longo deste tópico, a articulação entre a ABP e a abordagem CTSA apresenta-se com respaldo teórico e consistência pedagógica pertinente. As descrições de Bender (2014) e Liecheski (2019) evidenciam a ABP como uma metodologia centrada em problemas autênticos, na investigação e no protagonismo discente, enquanto as proposições de Pereira (2023), Nascimento Filho (2022) e Chiovitti (2025) ressaltam a importância de um ensino que articule os conhecimentos científicos e tecnológicos às dimensões sociais, éticas e ambientais.

A partir dessas compreensões, infere-se que a integração entre ABP e CTSA não ocorre de forma justaposta, mas complementar, uma vez que a estrutura metodológica da ABP possibilita a operacionalização dos princípios críticos da CTSA, especialmente por meio da definição de questões motrizes socialmente relevantes e da condução de processos investigativos contextualizados. Assim, conforme indicado por Santos (2010), essa articulação contribui para a formação de sujeitos autônomos, reflexivos e capazes de intervir de maneira consciente em sua realidade, reforçando o potencial das duas abordagens quando utilizadas de forma integrada no ensino de Ciências e na formação inicial de professores.

2.5 Aprendizagem Significativa Crítica: Concepções e Potenciais para a ABP e o Enfoque CTSA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por Ausubel (1980), surgiu com o objetivo de compreender de maneira sistemática como o estudante aprende, quais elementos influenciam esse processo e em que condições a aprendizagem se torna efetiva (Costa Beber, 2018). Para o autor, a aprendizagem não ocorre de forma aleatória, ao contrário, depende da interação entre o novo conteúdo e a estrutura cognitiva prévia do aprendiz.

Um dos princípios centrais da teoria é a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Para Ausubel (2003), o conhecimento pode ser adquirido tanto por recepção quanto por descoberta, mas, independentemente da via, ele só será significativo se puder ancorar-se em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Na aprendizagem receptiva, predominante no contexto escolar, o conteúdo é apresentado de maneira organizada e pronta, por meio de exposições verbais, livros didáticos, recursos midiáticos ou outros materiais instrucionais. Por sua vez, na aprendizagem por descoberta, o estudante assume um papel mais ativo no processo de construção do

conhecimento, sendo estimulado a explorar, investigar e reorganizar informações a partir de situações-problema ou por meio da proposição de desafios (Costa Beber, 2018).

Para que esse processo de fato se configure como aprendizagem significativa, Ausubel identifica três condições fundamentais. A primeira é a presença de um material logicamente significativo, isto é, um conteúdo que apresente organização interna e relações conceituais claras. A segunda é a existência de subsunçores adequados na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, conhecimentos prévios capazes de receber e dar sentido ao novo conteúdo. A terceira condição, frequentemente destacada como decisiva, é a predisposição do estudante para aprender. Em outras palavras, mesmo diante de um material bem estruturado, a aprendizagem significativa só ocorre se houver vontade, interesse e abertura do aluno para estabelecer relações e construir significados (Moreira, 2012).

Atendidas essas condições, a aprendizagem significativa concretiza-se como a construção de significados acerca do objeto de conhecimento, não se limitando à assimilação de conceitos isolados. Conforme Valadares (2011), aprender significativamente implica uma mudança na forma de encarar e, por vezes, de lidar com aquilo que se aprende, resultando na constituição de um conhecimento pessoal. Esse processo é fruto de uma partilha que envolve simultaneamente ideias e sentimentos, evidenciando que a aprendizagem significativa possui dimensões cognitivas e experiencial-afetivas. Nessa perspectiva, a aprendizagem só se mostra verdadeiramente enriquecedora quando conduz à atribuição de significados e à transformação da experiência de quem aprende.

Nesse contexto, Moreira (2012) amplia o escopo da TAS ao propor a TASC, defendendo que o processo de aprender não deve restringir-se à compreensão e à ancoragem conceitual dos novos conhecimentos. Para o autor, a aprendizagem significativa precisa incorporar reflexões acerca das implicações sociais, éticas e ambientais dos conteúdos estudados, promovendo uma postura crítica frente ao conhecimento científico. Nessa perspectiva, a TASC desloca o foco de uma aprendizagem predominantemente interpretativa para uma aprendizagem comprometida com a formação de sujeitos autônomos, capazes de questionar, argumentar e posicionar-se criticamente diante das questões sociocientíficas que permeiam a realidade.

Ademais, Moreira (2017) argumenta que uma aprendizagem verdadeiramente significativa deve ir além da relação não arbitrária entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios, incluindo dimensões éticas, políticas e epistemológicas. Isso implica conceber o estudante como participante ativo na construção do conhecimento, capaz de compreender a ciência como uma prática humana situada historicamente e permeada por controvérsias, interesses e implicações sociais. O estudante, portanto, não é apenas um assimilador de

informações, mas um sujeito que interpreta, problematiza e toma decisões fundamentadas (Carneiro, 2025).

Para além da existência de um material potencialmente significativo e da disponibilidade de subsunçores adequados na estrutura cognitiva do aprendiz, a predisposição do estudante em aprender configura-se como um fator determinante para a ocorrência da aprendizagem significativa. Conforme enfatiza Moreira (2011), é essa disposição interna que mobiliza o sujeito a estabelecer relações entre o novo conhecimento e aquilo que já sabe, permitindo a construção de significados e a reorganização de sua estrutura cognitiva. Na ausência dessa predisposição, o processo de ensino tende a resultar em uma aprendizagem mecânica, caracterizada pela memorização de informações de forma arbitrária e pouco duradoura.

Em consonância a isso, Silva et al. (2023) discutem que, ao incentivar o estudante a assumir uma postura crítica em relação aos conhecimentos que constrói e, sobretudo, em relação à sociedade em que está inserido, cria-se um ambiente favorável à aprendizagem significativa. Para os autores, a criticidade possibilita que o aluno ultrapasse a simples assimilação de conteúdos, passando a refletir sobre seus significados, implicações e aplicações, o que contribui para a modelagem de uma aprendizagem que seja, ao mesmo tempo, significativa e socialmente contextualizada.

Nesse contexto, Moreira (2010) propõe um modelo de aprendizagem significativa de caráter subversivo, no qual os estudantes são estimulados a construir seus próprios conhecimentos, ao mesmo tempo em que desenvolvem a compreensão do que significa ser um sujeito crítico, participativo e socialmente engajado. Tal perspectiva defende que a aprendizagem deve contribuir para a formação de indivíduos capazes de atuar de forma consciente na transformação da realidade, buscando a melhoria das condições de vida em sociedade. Desse modo, não basta apenas viver e participar do contexto social, torna-se imprescindível desenvolver um pensamento analítico e reflexivo que permita distinguir caminhos e ações capazes de promover mudanças socialmente benéficas e coletivas.

Conforme enfatiza Chirone (2022), ancorada nos pressupostos da TASC, o objetivo desse processo formativo é “contribuir para a formação integral do estudante e construir uma educação que vise formar um novo tipo de pessoa, com personalidade questionadora, curiosa, criativa e democrática” (p. 66). Desse modo, não basta apenas viver e participar do contexto social; torna-se imprescindível desenvolver um pensamento analítico e reflexivo que permita ao sujeito distinguir caminhos e ações capazes de promover mudanças socialmente benéficas e coletivas.

Com base nos estudos de Moreira, Chirone (2022) sistematiza treze princípios facilitadores que fundamentam a TASC e orientam a prática docente. Esses princípios destacam a centralidade do conhecimento prévio, a interação social e o questionamento como elementos essenciais do processo de aprendizagem, bem como a não centralidade do livro-texto, ao valorizar a utilização de múltiplos materiais e linguagens. A TASC compreende o aprendiz como preceptor e representante do mundo, concebe o conhecimento como linguagem e enfatiza a consciência semântica, reconhecendo que os significados são atribuídos pelos sujeitos.

Soma-se a isso a valorização da aprendizagem pelo erro e da desaprendizagem, entendidas como condições necessárias para a reorganização conceitual. A teoria também reconhece a incerteza do conhecimento científico e propõe a não utilização do quadro-de-giz e o abandono da narrativa tradicional, incentivando práticas pedagógicas mais dialógicas e participativas. Por fim, os princípios da superação das dificuldades e da retroalimentação reforçam a importância de criar condições para que os estudantes enfrentem desafios, corrijam equívocos e aprofundem suas aprendizagens de forma crítica e significativa (Chirone, 2022).

A sistematização dos princípios da TASC evidencia sua consonância com a abordagem CTSA e com a ABP, ao reconhecer o conhecimento científico como historicamente construído, socialmente situado e permeado por implicações éticas, sociais e ambientais. Os princípios do questionamento, da incerteza do conhecimento, da aprendizagem pelo erro e da desaprendizagem favorecem a problematização de questões sociocientíficas, elemento central da perspectiva CTSA, ao estimular os estudantes a analisar criticamente os limites, usos e impactos da ciência e da tecnologia na sociedade.

Do mesmo modo, a valorização do conhecimento prévio, da interação social, da diversidade de linguagens e do abandono da narrativa tradicional aproxima a TASC da ABP, uma vez que essa metodologia propõe situações-problema contextualizadas, oriundas do mundo real, que demandam investigação, diálogo, tomada de decisão e construção coletiva de soluções. Assim, a articulação entre TASC, CTSA e ABP configura-se como um aporte teórico-metodológico consistente para o desenvolvimento de práticas pedagógicas voltadas à formação de sujeitos autônomos, críticos e socialmente comprometidos, capazes de compreender e intervir de forma consciente na realidade em que estão inseridos.

2.6 Pensamento Crítico na Formação Inicial: Concepções e Possibilidades Didáticas

O ensino de Ciências desempenha um papel fundamental na formação de indivíduos capazes de analisar criticamente o mundo ao seu redor, por meio do desenvolvimento de

habilidades como ouvir, argumentar, questionar e solucionar problemas cotidianos. Essas competências não apenas favorecem posturas responsáveis perante a sociedade, mas também auxiliam no discernimento diante da imensa quantidade de informações disponíveis, permitindo a construção de pontos de vista fundamentados em questões sociais, políticas e econômicas (Santiago, 2018).

O Pensamento Crítico (PC), conforme discutido por Freire (2007), é uma habilidade essencial para a formação de sujeitos reflexivos e engajados na transformação da realidade. No contexto educacional, torna-se imprescindível explorar sua aplicabilidade, considerando que o desenvolvimento do PC permite aos estudantes questionarem, analisar e interpretar informações de maneira autônoma e fundamentada. No entanto, sua complexidade tem levado a múltiplas definições ao longo do tempo, cada uma buscando esclarecer sua natureza e os processos envolvidos em sua construção (Rocha, 2011).

Segundo Halpern et al. (1996) o PC pode ser entendido como o desenvolvimento de habilidades cognitivas para solucionar problemas e tomar decisões, por meio de uma busca intencional e racional. Seguindo a mesma linha de pensamento, os pesquisadores portugueses Vieira Tenreiro-Vieira que a há muito tempo se dedicam no campo de estudo sobre o desenvolvimento do PC, o definem como:

o pensamento crítico corresponde a um elemento ou dimensão fundamental na formação de cidadãos cientificamente literatos que sejam capazes de mobilizar conhecimentos e usar capacidades na tomada de decisões racionais e na resolução de problemas pessoais e sociais que envolvem a ciência e a tecnologia (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2015, p. 36).

Diante disso, pode-se perceber expressivas semelhanças entre as definições apresentadas, com a ideia de que o PC trata do processo de tomar decisão utilizando dos seus conhecimentos e aplicando uma lógica de pensamento para analisar informações e determinar sua validade (Silva, 2022).

Tendo esse conceito em vista, quando projetamos o desenvolvimento do PC no ensino de ciências, é identificado a necessidade de buscar por estratégias que sejam capazes de permitir sua concretização, sendo ela ser aplicável em diferentes contextos de ensino e aprendizagem (Vieira, 2018). Nesse sentido, Sasseron (2018) salienta que:

É necessário, pois, a nosso ver, desenvolver atividades que, em sala de aula, permitam as argumentações entre alunos e professor em diferentes momentos da investigação e do trabalho envolvido. Assim, as discussões devem propiciar que os alunos levantem hipóteses, construam argumentos para dar credibilidade a tais hipóteses, justifiquem suas afirmações e busquem reunir argumentos capazes de conferir consistência a uma explicação para o tema sobre o qual se investiga (SASSERON, 2018, p. 3).

De acordo com Paul e Elder (2019), quando o PC é incorporado como um dos objetivos da educação e orientado por seus pressupostos fundamentais, contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados. Isso ocorre porque, ao desenvolverem suas capacidades cognitivas, os indivíduos passam ter um olhar mais analítico, adotando como um hábito, integrando-o em suas ações e decisões diárias.

Entretanto, Vieira e Tenreiro-Vieira (2014) alertam que o mero uso de estratégias de ensino e aprendizagem focadas no PC ainda são insuficientes e, muitas vezes, não se adequam à realidade dos alunos. Sendo necessário a realização de discussões sobre o tema e a mobilização para a produção de materiais didáticos que mobilizem as capacidades de PC dos estudantes.

Nesse sentido, Vieira e Tenreiro-Vieira (2005) ressaltam que os estudantes só conseguirão desenvolver uma postura mais reflexiva e tomar decisões fundamentadas sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade se tiverem contato com atividades planejadas de forma intencional para esse propósito. Isso evidencia a necessidade de ações direcionadas à formação docente, garantindo que futuros os professores sejam capacitados para estimular o pensamento crítico em sala de aula e preparar seus alunos para enfrentar desafios de maneira mais autônoma. A Taxonomia de Ennis (1987) constitui um importante referencial teórico para a compreensão e operacionalização das capacidades relacionadas ao pensamento crítico (PC). Organizada em cinco áreas principais: clarificação elementar, suporte básico, inferência, clarificação elaborada e estratégias e táticas. A taxonomia reúne um conjunto de habilidades consideradas fundamentais para o desenvolvimento do PC, configurando-se como uma base teórica relevante para a elaboração de propostas voltadas à mobilização das capacidades críticas dos estudantes (Vieira, 2003).

Para Ennis (1987), o pensamento crítico corresponde a um pensamento racional e reflexivo orientado para decidir no que acreditar ou o que fazer. Nessa perspectiva, o desenvolvimento dessas capacidades envolve processos de análise, interpretação, avaliação e tomada de decisão diante de diferentes situações, especialmente em contextos educacionais que valorizam a investigação, a argumentação e a resolução de problemas (Tenreiro-Vieira; Vieira, 2000).

Além disso, a Taxonomia de Ennis tem sido amplamente utilizada em pesquisas na área de ensino de Ciências por possibilitar a identificação das capacidades críticas mobilizadas pelos estudantes em diferentes contextos formativos. Conforme discutem Vieira e Tenreiro-Vieira (2005), esse referencial fornece subsídios tanto para o planejamento de estratégias didáticas quanto para a avaliação do desenvolvimento do pensamento crítico. No contexto desta pesquisa,

a taxonomia foi utilizada como referência teórica para auxiliar na identificação das capacidades de pensamento crítico mobilizadas pelos licenciandos ao longo das atividades desenvolvidas na sequência didática. O Quadro 1 apresenta as áreas de capacidades do pensamento crítico segundo a Taxonomia de Ennis, servindo como base para as análises realizadas posteriormente.

Quadro 1: Áreas de Capacidades do PC segundo a Taxonomia de Ennis

Clarificação Elementar	Envolve a capacidade de compreender e articular de maneira clara questões, problemas ou argumentos. Nesta área, os estudantes são incentivados a identificar e formular problemas, fazer perguntas apropriadas e esclarecer os termos e conceitos envolvidos em um determinado contexto.
Suporte Básico	Refere-se à capacidade de analisar e avaliar a validade das informações e dos dados disponíveis. Os estudantes devem ser capazes de distinguir entre evidências relevantes e irrelevantes, identificar pressupostos subjacentes e avaliar a credibilidade das fontes de informação.
Inferência	Esta área abrange a habilidade de tirar conclusões lógicas a partir das informações e evidências disponíveis. Inclui a capacidade de interpretar dados, fazer previsões e inferências, além de avaliar a força das conexões lógicas entre as premissas e as conclusões.
Clarificação Elaborada	Relaciona-se à capacidade de analisar e avaliar os argumentos de forma mais aprofundada, considerando as complexidades envolvidas. Os estudantes são incentivados a reconsiderar e reformular suas próprias posições, a avaliar a coerência interna dos argumentos e a explorar implicações e consequências.
Estratégias e Táticas	Envolve a aplicação de métodos e abordagens específicas para resolver problemas e tomar decisões informadas. Nesta área, os estudantes devem ser capazes de planejar e organizar suas investigações, selecionar métodos adequados de análise e aplicar estratégias para superar obstáculos e desafios no processo de tomada de decisão.

Fonte: Adaptação da Taxonomia de Ennis (1987)

No entanto, para que essas estratégias sejam utilizadas de maneira efetiva, é de suma importância que os professores detenham um conhecimento aprofundado sobre essa temática, para que sejam capazes de elaborar seu planejamento didático empregando o PC como objeto de ensino. Diante disso, faz-se necessário que os professores sejam formados com a mesma natureza, para que reflitam em sua prática docente, evidenciando a importância de incluir estratégias que desenvolvam as capacidades críticas dos licenciandos e da promoção de discussões sobre essa abordagem na formação inicial de professores (Santiago, 2018).

3. ESTADO DA ARTE: PERSPECTIVA E LACUNAS

O Estado da Arte constitui-se como uma modalidade de estudo bibliográfico que tem por finalidade mapear, sistematizar e analisar criticamente a produção científica existente sobre um determinado campo de investigação, permitindo identificar tendências, enfoques teórico-metodológicos, recorrências temáticas e lacunas ainda pouco exploradas.

Nesse sentido, o Estado da Arte ultrapassa a simples enumeração de trabalhos publicados, uma vez que se fundamenta em uma análise interpretativa da produção científica, contribuindo para a consolidação e o amadurecimento de um campo de conhecimento. Conforme destacam Romanowski e Ens (2006), os estudos dessa natureza desempenham papel central na constituição teórica das áreas investigadas:

Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada.
(Romanowski; Ens, 2006, p. 3).

A partir dessa perspectiva, o Estado da Arte possibilita situar a pesquisa no cenário atual das investigações, evidenciando não apenas o que já foi produzido, mas também os espaços ainda pouco explorados, o que se mostra fundamental para a delimitação do problema de pesquisa e para a justificativa da relevância científica do estudo desenvolvido.

A realização de um Estado da Arte nesta dissertação justifica-se pela necessidade de compreender de forma sistematizada o cenário atual das pesquisas que investigam a ABP e sua articulação com a abordagem CTSA no contexto do Ensino de Química, especialmente no que se refere ao desenvolvimento do pensamento crítico.

Com base nas motivações apresentadas, o Estado da Arte foi orientado pela seguinte pergunta de pesquisa: Como a Aprendizagem Baseada em Projetos, articulada ou não à abordagem CTSA, tem sido investigada na literatura científica como estratégia para o desenvolvimento do pensamento crítico na formação inicial de professores de Química? Essa pergunta permite delimitar o escopo da investigação, articulando metodologia de ensino, abordagem contextualizadora e objetivos formativos, além de direcionar a seleção e a análise dos estudos incluídos.

Diante disso, o presente estado da arte tem como objetivo analisar a produção científica sobre a utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos, associada ou não à abordagem CTSA, no desenvolvimento do pensamento crítico na formação inicial de professores de Química, identificando tendências, enfoques teórico-metodológicos e lacunas de pesquisa. Tendo como objetivos específicos:

- i. Identificar os contextos educacionais e níveis de formação investigados;
- ii. Mapear os principais instrumentos e estratégias utilizados para a promoção e avaliação do pensamento crítico;
- iii. Analisar as potencialidades e limitações apontadas pelos estudos;
- iv. Evidenciar lacunas que justifiquem e fundamentem a proposta desta dissertação.

Para garantir a coerência entre o corpus analisado e os objetivos da pesquisa, foi delimitado que seriam considerados as produções no recorte temporal de 2015-2026 que trabalhem a ABP e a CTSA no contexto do Ensino de Química e que tratem da mobilização de habilidades do PC. Os artigos que compõem o Estado da Arte foram pesquisados nos conteúdos disponibilizados de forma gratuita e integral na Plataforma de Periódicos CAPES/MEC, com o auxílio da ferramenta de busca avançada. A escolha dessa base justifica-se por sua ampla abrangência e por reunir periódicos nacionais e internacionais de reconhecida relevância na área de Ensino de Química.

Para a realização do levantamento bibliográfico, foram definidas e aplicadas diferentes combinações de descritores, com o objetivo de mapear a produção científica relacionada à Aprendizagem Baseada em Projetos, à abordagem CTSA e ao desenvolvimento do pensamento crítico no contexto do Ensino de Química. As buscas foram realizadas por meio da Plataforma de Periódicos CAPES/MEC, utilizando-se operadores booleanos para o refinamento dos resultados.

Inicialmente, foi empregada a *string* “Aprendizagem Baseada em Projetos” AND “pensamento crítico” AND “Ensino de Química”, a qual resultou na identificação de dois trabalhos, publicados nos anos de 2023 e 2024. Os trabalhos publicados em 2023 e 2024 que abordam a ABP no Ensino de Química apresentam enfoques distintos quanto ao objeto de análise, ao nível de sistematização metodológica e ao tratamento do pensamento crítico como dimensão formativa.

O estudo de Calper, Freitas e Monteiro (2023) analisa o desenvolvimento de competências científico-ambientais em estudantes do Ensino Médio a partir da aplicação da ABP. O diferencial metodológico do trabalho reside na adoção explícita do referencial de Mora-Penagos (2015), que define seis competências científico-ambientais, incluindo o PC como uma

de suas dimensões constitutivas. Essa escolha confere maior precisão conceitual à análise, uma vez que o pensamento crítico não é tratado de forma isolada, mas integrado a um conjunto articulado de competências que envolvem dimensões cognitivas, axiológicas e atitudinais.

Entretanto, embora o estudo identifique a presença dessas competências ao longo do desenvolvimento dos projetos, não há detalhamento suficiente sobre os procedimentos analíticos utilizados para reconhecer cada uma delas. O trabalho indica que a ABP favorece o desenvolvimento das competências quando associada a temas da Química, porém não explicita quais evidências empíricas sustentam a identificação do PC em particular, nem como se diferenciam manifestações iniciais e mais elaboradas dessa competência ao longo do processo. Assim, o pensamento crítico aparece como uma dimensão reconhecida no referencial teórico, mas sua análise empírica permanece pouco operacionalizada.

Já o trabalho de Zago, Garcia e Sena (2024) apresenta uma proposta de ABP articulada ao tema das energias renováveis, com foco na validação de um instrumento de planejamento pedagógico junto a professores. Diferentemente do estudo anterior, este trabalho não se debruça sobre a aprendizagem dos estudantes, mas sobre a adequação didático-pedagógica da proposta, analisada a partir da percepção docente. O PC é mencionado como uma das competências que a ABP pode estimular, ao lado da criatividade, colaboração e protagonismo discente.

Nesse estudo, o PC é tratado predominantemente no plano declarativo e prospectivo, isto é, como uma habilidade esperada a partir da implementação da ABP, e não como um constructo analisado empiricamente. A validação do instrumento baseia-se na concordância dos professores quanto ao potencial da proposta, sem a aplicação direta em sala de aula ou a utilização de critérios analíticos que permitam examinar como o pensamento crítico se manifestaria nas produções ou interações dos estudantes.

Ao se comparar os dois trabalhos, observa-se que ambos atribuem à ABP a capacidade de promover competências associadas ao PC, porém o fazem a partir de níveis distintos de análise. Enquanto o estudo de 2023 se ancora em um referencial teórico específico para competências científico-ambientais, o de 2024 enfatiza a organização didática e a validação do planejamento. Em nenhum dos casos, contudo, o PC é examinado por meio de categorias analíticas explícitas, instrumentos específicos ou descritores que permitam acompanhar sua construção de forma sistemática ao longo do desenvolvimento dos projetos.

Em seguida, utilizou-se a string “CTSA” AND “Pensamento crítico” AND “Ensino de Química”, por meio da qual foram encontrados oito trabalhos, entretanto, dois deles não conseguiram ser acessados por erros no carregamento do endereço da revista e um deles foi excluído pois tratava de uma revisão bibliográfica. Dentre os trabalhos incluídos da pesquisa,

foram considerados cinco, distribuídos entre os anos de 2020, 2021, 2022 e 2023. A leitura sistemática dos trabalhos publicados entre 2020 e 2023 revela que a produção acadêmica relacionada à abordagem CTS/CTSA no Ensino de Química apresenta heterogeneidade quanto aos objetivos, aos delineamentos metodológicos e ao tratamento analítico do pensamento crítico. Essa diversidade, longe de indicar consolidação do campo, evidencia diferentes níveis de aprofundamento teórico e metodológico.

O estudo desenvolvido por Piton Pereira et al. (2020) estrutura uma proposta de ensino investigativo de termoquímica mediada por Tecnologia da Informação e da Comunicação, organizada em momentos didáticos com incentivo ao questionamento e à argumentação. Embora o trabalho descreva situações de mobilização discursiva dos estudantes, a análise não explicita quais critérios foram utilizados para caracterizar a “argumentação crítica”, tampouco apresenta categorias analíticas ou referenciais teóricos específicos do pensamento crítico. Dessa forma, a criticidade é inferida a partir da participação dos estudantes, e não examinada como um constructo delimitado.

No trabalho de Araújo e Sampaio (2022), a abordagem CTSA é analisada no contexto da formação continuada de professores de Química por meio de revisão bibliográfica. A categorização dos artigos em materiais instrucionais, práticas metodológicas e formação continuada permite identificar tendências da produção científica, porém o estudo não aprofunda como essas categorias se traduzem em mudanças efetivas nas práticas docentes. Além disso, o pensamento crítico aparece associado à formação cidadã, sem que haja discussão conceitual ou operacionalização desse termo no âmbito da formação docente.

A investigação de Pires, Costa e Moreira (2022) apresenta um mapeamento de dissertações e teses sobre CTS/CTSA no Ensino de Ciências, com foco nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Os dados indicam concentração das pesquisas no Ensino Médio, especialmente na área de Química. Entretanto, o estudo não discute de que modo as produções analisadas abordam processos cognitivos complexos, como análise, julgamento ou tomada de decisão, limitando-se à identificação temática e ao nível de ensino. Assim, o pensamento crítico não constitui um eixo analítico, mas um pressuposto implícito da abordagem CTS.

No trabalho empírico de Neves Junior e Longhin (2023), a utilização de oficinas de aprendizagem com abordagem CTSA é descrita a partir da temática da água, no contexto do Ensino Médio. A análise enfatiza a articulação entre conteúdos curriculares e situações do cotidiano dos estudantes, porém não há detalhamento dos procedimentos utilizados para acompanhar o desenvolvimento das reflexões dos alunos ao longo das atividades. A ausência

de instrumentos analíticos específicos dificulta a identificação de progressões conceituais ou argumentativas decorrentes da intervenção pedagógica.

Os estudos de Giffoni, Barroso e Sampaio (2020) e Silva et al. (2020) assumem caráter teórico e bibliográfico, articulando CTSA e aprendizagem significativa. Ambos apresentam discussões conceituais consistentes, porém não avançam para a proposição de dispositivos didáticos acompanhados de estratégias de análise que permitam examinar empiricamente a construção de posicionamentos críticos. Nessas produções, a criticidade é tratada como finalidade educacional, sem ser desdobrada em dimensões observáveis ou passíveis de análise.

De modo geral, a análise dos trabalhos evidencia que, embora a abordagem CTSA seja recorrente como eixo organizador das propostas de ensino e das análises teóricas, o pensamento crítico não é tratado como categoria analítica autônoma. Ele aparece, majoritariamente, como resultado esperado ou como atributo desejável da formação, sem definição conceitual explícita, sem critérios de análise claramente estabelecidos e sem instrumentos sistemáticos de acompanhamento.

Além disso, observa-se que as metodologias empregadas privilegiam descrições das intervenções pedagógicas, com menor ênfase na explicitação dos processos cognitivos mobilizados pelos estudantes. Essa característica limita a compreensão de como os princípios da abordagem CTSA se materializam em práticas que favoreçam operações cognitivas complexas, como avaliação de argumentos, tomada de decisão informada e posicionamento crítico frente a questões sociocientíficas.

Os resultados evidenciam que a relação entre a abordagem CTSA e o pensamento crítico apresenta maior recorrência na literatura, ainda que de forma temporalmente espaçada e concentrada em determinados períodos.

Por fim, foi aplicada a string “CTSA” AND “Aprendizagem Baseada em Projetos”, não sendo identificado nenhum trabalho que atendesse simultaneamente a esses descritores. Esse resultado revela a ausência de estudos que articulem explicitamente a abordagem CTSA e a ABP no campo do Ensino de Química, apontando para uma lacuna na literatura especializada.

A análise das produções identificadas evidencia que o número de trabalhos que atende simultaneamente ao recorte temporal, aos descritores e aos critérios de inclusão estabelecidos é reduzido, o que limita o espectro de estudos disponíveis para análise. Ainda assim, observa-se que todas as publicações selecionadas se concentram a partir do ano de 2020, o que indica que as discussões envolvendo ABP, abordagem CTSA e pensamento crítico no Ensino de Química configuram um campo de investigação recente, em processo de consolidação e ampliação no cenário acadêmico.

Outro aspecto que se destaca é a concentração das pesquisas no Ensino Médio, tanto nos estudos empíricos quanto nas propostas didáticas e análises bibliográficas. Essa predominância sugere que esse nível de ensino tem sido privilegiado como espaço de aplicação das metodologias ativas e das abordagens contextualizadas. Em contrapartida, os trabalhos voltados à formação inicial e continuada de professores de Química permanecem quantitativamente limitados, evidenciando uma lacuna no que se refere à investigação de como essas perspectivas têm sido incorporadas nos processos formativos docentes.

Adicionalmente, a análise das strings aplicadas revelou a inexistência de trabalhos que articulem explicitamente a ABP e a abordagem CTSA. Esse dado não decorre de fragilidade na estratégia de busca, mas da ausência de produções que utilizem, de forma concomitante, esses referenciais teórico-metodológicos. Tal constatação evidencia uma lacuna conceitual e metodológica na literatura, indicando que essas perspectivas têm sido exploradas de maneira isolada, mesmo apresentando pressupostos formativos convergentes.

Por fim, identificou-se como limitação recorrente nos trabalhos analisados a forma de identificação e análise do desenvolvimento do pensamento crítico. Embora frequentemente mencionado como objetivo ou resultado esperado, o pensamento crítico raramente é tratado como um constructo analítico delimitado, com definição teórica explícita, critérios de análise e instrumentos sistematizados. Em grande parte das publicações, sua presença é inferida a partir da participação, do engajamento ou da contextualização das atividades, o que restringe a compreensão dos processos cognitivos efetivamente mobilizados.

Esses resultados, analisados de forma integrada, evidenciam que a produção científica sobre ABP, CTSA e pensamento crítico no Ensino de Química apresenta crescimento recente, mas permanece marcada por lacunas bem delimitadas de ordem temporal, metodológica e conceitual. Observa-se, em especial, a ausência de estudos que articulem explicitamente a ABP à abordagem CTSA, bem como limitações recorrentes na definição, identificação e análise sistemática do pensamento crítico nos contextos investigados. Diante desse cenário, justifica-se a pertinência do presente trabalho, uma vez que propõe a articulação entre ABP e CTSA e se dedica a examinar, de modo fundamentado e empiricamente orientado, a mobilização das capacidades do pensamento crítico no contexto da formação inicial de professores de Química.

4. METODOLOGIA: CAMINHOS TRILHADOS

4.1 Metodologia da pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa-intervenção, de abordagem qualitativa, conforme os pressupostos de Ludke e André (2014), uma vez que se propõe a compreender e intervir em um contexto educativo real, visando à transformação das práticas formativas e à análise dos processos de aprendizagem dos sujeitos envolvidos.

A investigação teve como propósito central contribuir para a formação inicial de professores de Química, por meio do desenvolvimento de habilidades e capacidades relacionadas ao PC, a partir da implementação de SD fundamentada na ABP, articulada à abordagem CTSA. Como orientação metodológica, adotaram-se os princípios da TASC, proposta por Moreira (2011).

A TASC compreende a aprendizagem como um processo no qual novos conhecimentos se integram de forma não arbitrária e substantiva à estrutura cognitiva dos estudantes, ao mesmo tempo em que favorece o desenvolvimento de uma postura reflexiva, questionadora e crítica diante do conhecimento científico, dos contextos sociais e das problemáticas contemporâneas (Moreira, 2011). Nessa perspectiva, tal referencial mostra-se alinhado aos objetivos da ABP e da abordagem CTSA, ao estimular a problematização da realidade, a tomada de decisões fundamentadas e o posicionamento crítico dos futuros docentes frente a questões socioambientais. Desse modo, essa articulação metodológica potencializa o desenvolvimento das habilidades e capacidades do PC, ao incentivar a reflexão, a argumentação, a avaliação de evidências e a construção de posicionamentos sustentados no âmbito da formação inicial docente.

A proposta didática elaborada teve como eixo temático a Educação Ambiental, abordando problemas ambientais contextualizados, seus impactos socioambientais e as contribuições da ciência e da tecnologia para sua compreensão e enfrentamento, tendo como público-alvo estudantes do curso de Licenciatura em Química.

Segundo Zabala (1998), a sequência didática pode ser compreendida como “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos” (Zabala, 1998, p. 18). Nessa direção, a SD foi planejada de maneira intencional e progressiva, articulando os fundamentos da ABP, da abordagem CTSA e da

TASC, com o objetivo de promover aprendizagens relevantes, contextualizadas e críticas no processo de formação inicial docente.

4.2 Local e Sujeitos da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Ceará (UFC), uma reconhecida instituições de ensino superior do Brasil, pela sua excelência acadêmica e compromisso com a formação de profissionais capacitados, no curso de Licenciatura em Química, localizado campus de Pici, no município de Fortaleza, sendo ele, um curso noturno.

O curso de Licenciatura em Química da UFC visa formar professores qualificados para o ensino de Química, proporcionando uma formação sólida e abrangente que contempla tanto a teoria quanto a prática, ofertando anualmente 50 vagas, com ingresso apenas no início do ano, tendo como único sistema o Sistema de Seleção Unificada (SiSU), utilizando a nota obtida no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sem a realização de vestibulares próprios.

A pesquisa se sucedeu nos meses de janeiro e fevereiro de 2025, no âmbito da disciplina de Prática de Ensino em Química (CE0863), uma disciplina de caráter anual com carga horária de 400 horas, com uma amostra de 18 alunos. O lócus do estudo se justifica pela relevância da disciplina em promover a apresentação e discussão de ferramentas pedagógicas que corroboram para o processo de ensino-aprendizagem. Tal proposição está em consonância com o que preconiza o Projeto Pedagógico do Curso de Química – Licenciatura da Universidade Federal do Ceará, ao enfatizar a formação de professores capazes de articular fundamentos teóricos e práticas pedagógicas no contexto da Educação Básica (UFC, 2023). Desse modo, a disciplina tem como objetivo capacitar os futuros professores de Química a integrarem essas ferramentas em sua prática docente, assegurando uma formação sólida e alinhada às demandas contemporâneas da educação.

Com relação aos sujeitos da pesquisa, o perfil dos participantes é composto unicamente por estudantes matriculados na disciplina de Prática de Ensino em Química, visando garantir que as experiências e opiniões coletadas reflitam diretamente à realidade desse grupo. Para isso foram elaborados critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão estabelecem que apenas estudantes que estejam regularmente matriculados no curso de Licenciatura em Química da UFC de Fortaleza e na disciplina de Prática de Ensino em Química, que concordarem voluntariamente da pesquisando, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO A), assegurando que os alunos estejam cientes dos objetivos do estudo e de seus direitos, poderão participar do estudo.

Em contrapartida, serão excluídos aqueles que não estejam cursando a disciplina de Prática de Ensino, que não concorde em assinar o TCLE e que apresentem dificuldades que impeçam a participação nas atividades propostas, como limitações técnicas ou de tempo para participar das atividades planejadas. Essa abordagem busca garantir a ética e a transparência na condução da pesquisa, promovendo um ambiente de confiança e respeito entre os participantes.

4.3 Comitê de Ética em Pesquisa

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um órgão colegiado, de caráter interdisciplinar e independente, instituído com a finalidade de avaliar, acompanhar e fiscalizar os aspectos éticos das pesquisas que envolvem seres humanos, desde a sua concepção até a sua execução. Sua atuação fundamenta-se na proteção da dignidade, da integridade, dos direitos, da segurança e do bem-estar dos participantes, assegurando que os procedimentos adotados estejam em consonância com os princípios éticos que regem a pesquisa científica.

Além disso, o CEP analisa os riscos e benefícios envolvidos no estudo, a adequação dos instrumentos de coleta de dados, a clareza das informações prestadas aos participantes e a forma como o consentimento livre e esclarecido é obtido, garantindo que a participação ocorra de maneira voluntária, consciente e sem qualquer forma de coerção. Dessa forma, o CEP exerce um papel fundamental na promoção de pesquisas responsáveis, transparentes e comprometidas com o respeito aos sujeitos participantes, em conformidade com as normativas éticas e legais vigentes. A aprovação pelo CEP ratifica o compromisso desta investigação com a condução responsável da pesquisa, garantindo que todas as medidas éticas necessárias para a proteção dos participantes sejam rigorosamente observadas, em consonância com as normas e diretrizes éticas vigentes.

Diante disso, cabe destacar que o presente projeto foi devidamente aprovado pelo CEP do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), instituição proponente da pesquisa, sob o parecer nº 7.312.206, garantindo que o estudo atende às exigências éticas estabelecidas para pesquisas envolvendo seres humanos, assegurando a proteção dos participantes e a condução responsável de todas as etapas da investigação.

4.4 Planejamento da Sequência Didática

Considerando a importância da formação de profissionais da área de Química conscientes e comprometidos com as problemáticas ambientais contemporâneas, capazes de

compreender seus impactos e de propor alternativas fundamentadas para o seu enfrentamento, optou-se por adotar a EA como tema gerador da SD. A proposta foi intitulada “Química em Ação: Soluções para Problemas Ambientais”, com o objetivo de promover a elaboração de projetos voltados à investigação e à resolução de problemas ambientais pertinentes à cidade de Fortaleza–CE e a municípios vizinhos.

Nessa perspectiva, os estudantes foram desafiados a identificar, analisar e problematizar questões ambientais locais, evidenciando as contribuições da ciência e da tecnologia, bem como suas implicações no contexto social e ambiental, em consonância com os pressupostos da abordagem CTSA. A partir desse processo investigativo, os licenciandos foram incentivados a propor possíveis soluções para as problemáticas identificadas, fundamentadas em conhecimentos científicos e no uso de fontes de informação confiáveis, culminando na elaboração de projetos que articulassem teoria, prática e reflexão crítica.

Além disso, é válido destacar que os projetos foram desenvolvidos de forma colaborativa, em equipes, nas quais cada grupo trabalhará em torno de um desafio ambiental específico. Para orientar o desenvolvimento das propostas, foram definidos cinco eixos temáticos, a saber: Poluição do Ar, Contaminação do Solo, Resíduos Plásticos, Gestão Hídrica e Poluição da Água. Cada equipe ficará responsável por um desses eixos e deverá estruturar o seu projeto a partir da temática selecionada.

Ressalta-se que os eixos temáticos foram escolhidos de modo a serem abrangentes, possibilitando que cada equipe tenha autonomia para delimitar o recorte específico a ser investigado, bem como para definir as estratégias e abordagens mais adequadas ao desenvolvimento do projeto, em consonância com os objetivos da proposta.

Com isso, para a execução da SD, torna-se necessário que os licenciandos possuam conhecimentos prévios em Química Geral, bem como familiaridade com o conteúdo de Química Ambiental e noções relacionadas à metodologia do pensamento científico. Essa exigência se justifica pelo fato de que a proposta envolve a aplicação do pensamento científico a questões socioambientais, demandando o exercício da reflexão crítica, do levantamento de hipóteses, da busca e análise da literatura científica para a fundamentação teórica e da construção de argumentos sustentados em evidências científicas. Tais habilidades são essenciais para a formação inicial de professores capazes de mobilizar o conhecimento científico de forma crítica, reflexiva e fundamentada em sua futura prática docente.

Nesse sentido, considerando que a disciplina de Prática de Ensino em Química é ofertada exclusivamente aos estudantes que se encontram no oitavo semestre do curso,

compreende-se que os participantes atendem aos requisitos formativos necessários para o desenvolvimento adequado das atividades propostas.

Para a execução da SD, torna-se necessário que os licenciandos possuam conhecimentos prévios em Química Geral, bem como familiaridade com os conteúdos de Química Ambiental e noções relacionadas à metodologia do pensamento científico. Essa exigência se justifica pelo fato de que a proposta envolve a aplicação do pensamento científico a questões socioambientais, demandando o exercício da reflexão crítica, do levantamento de hipóteses, da busca e análise da literatura científica para a fundamentação teórica e da construção de argumentos sustentados em evidências científicas. Tais habilidades são essenciais para a formação inicial de professores capazes de mobilizar o conhecimento científico de forma crítica, reflexiva e fundamentada em sua futura prática docente.

Nesse sentido, considerando que a disciplina de Prática de Ensino em Química é ofertada exclusivamente aos estudantes que se encontram no oitavo semestre do curso, compreende-se que os participantes atendem aos requisitos formativos necessários para o desenvolvimento adequado das atividades propostas.

Diante disso, no Quadro 2 é apresentado o planejamento da SD de acordo com o tema escolhido, apresentando as competências e habilidades a serem desenvolvidas na formação inicial de professores tendo como documento base a BNC-Formação (2019), além de conter a justificativa da proposta, os objetivos gerais e específicos, os conteúdos a serem trabalhados e os recursos a serem utilizados.

Quadro 2: Planejamento da sequência didática

PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
ÁREA DO CONHECIMENTO (BNCC):	Tema Transversal
TEMA BASE:	Educação Ambiental

COMPETÊNCIAS DOCENTES DESENVOLVIDAS SEGUNDO A BNC-FORMAÇÃO:

2. Pesquisar, investigar, refletir, realizar a análise crítica, usar a criatividade e buscar soluções tecnológicas para selecionar, organizar e planejar práticas pedagógicas desafiadoras, coerentes e significativas.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas docentes, como recurso pedagógico e como ferramenta de formação, para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e potencializar as aprendizagens.
6. Valorizar a formação permanente para o exercício profissional, buscar atualização na sua área e afins, apropriar-se de novos conhecimentos e experiências que lhe possibilitem aperfeiçoamento profissional e eficácia e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania, ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Agir e incentivar, pessoal e coletivamente, com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência, a abertura a diferentes opiniões e concepções pedagógicas, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários, para que o ambiente de aprendizagem possa refletir esses valores.

HABILIDADES DESENVOLVIDAS SEGUNDO A BNC-FORMAÇÃO:

- 2.1.6 Propor situações de aprendizagem desafiadoras e coerentes, de modo que se crie um ambiente de aprendizagem produtivo e confortável para os estudantes.
- 2.4.1 Desenvolver práticas consistentes inerentes à área do conhecimento, adequadas ao contexto dos estudantes, de modo que as experiências de aprendizagem sejam ativas, incorporem as inovações atuais e garantam o desenvolvimento intencional das competências da BNCC.
- 2.4.4 Trabalhar de modo colaborativo com outras disciplinas, profissões e comunidades, local e globalmente.
- 3.2.5 Construir um ambiente de aprendizagem que incentive os estudantes a solucionarem problemas, tomar decisões, aprender durante toda a vida e colaborar para uma sociedade em constante mudança.

JUSTIFICATIVA:

Com a intensificação dos meios de comunicação as notícias espalham-se rapidamente, podendo elas serem verídicas ou não. Nesse contexto, é crucial que o senso crítico e reflexivo seja trabalhado na educação para que os indivíduos sejam capazes de analisar as informações e notícias que recebem. Entretanto, a Educação Básica reflete a formação que os professores receberam, de modo que é necessário integrar metodologias capazes de exercitar o pensamento crítico em cursos de licenciatura. Além disso, um tema bastante emergente e capaz de promover debates críticos e de engajamento é a Educação Ambiental, com isso, faz-se necessário realizar intervenções com esse tema, a fim de proporcionar uma formação baseada na utilização dos saberes científicos de maneira crítica e reflexiva.

OBJETIVO GERAL:

Promover o exercício do pensamento crítico na formação inicial de professores de Química por meio da aplicação de uma sequência didática que integra a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), utilizando a Educação Ambiental como eixo temático.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Explorar a metodologia da ABP e a abordagem CTSA com os licenciandos;
- Promover uma discussão problematizadora sobre Energias Renováveis e seus impactos socioambientais;
- Estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e científico por meio da elaboração de projetos que abordem problemas ambientais e sua inter-relação com a Química, propondo soluções;
- Avaliar a influência da sequência didática proposta na formação inicial dos licenciandos em Química, a partir da percepção dos participantes.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

- Introdução à ABP e à Abordagem CTSA.
- Energias Renováveis: Heróis ou Vilões do Futuro Sustentável;
- Metodologia do pensamento científico e Orientações para a Elaboração de Projetos.

RECURSOS DIDÁTICOS:

- Apresentação em slide;
- Data show;
- Computador;
- Lousa, pincel e apagador;
- Materiais complementares, como livros, artigos e revistas, para auxílio na fundamentação dos projetos.

AValiação:

- Questionário avaliativo inicial e final;
- Envolvimento e participação;
- Apresentação dos projetos;
- Análise de Conteúdo dos projetos;
- Rúbrica de avaliação para as apresentações;
- Aplicação da Taxonomia de Ennis nos resultados da ATD.

Fonte: Elaboração própria.

4.5 Etapas da Sequência Didática – Química em Ação: Soluções para Desafios Ambientais

A SD foi planejada para ser executada por meio de sete encontros, de modo que as etapas de desenvolvimento foram organizadas e apresentadas no Quadro 3, no qual se descrevem as atividades e ações realizadas em cada etapa.

Quadro 3: Etapas da Sequência Didática e descrição

ETAPA	DURAÇÃO	DESCRIÇÃO
ENCONTRO 1	20 minutos	Aplicação do Questionário Avaliativo Inicial para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a Metodologia ABP e a Abordagem CTSA.
ENCONTRO 2	(2 horas/aula)	Apresentação do projeto, assinatura do TCLE. Aula formativa sobre ABP e CTSA, com discussão e atividade prática para fixação.
ENCONTRO 3	(2 horas/aula)	Discussão sobre as energias renováveis, abordando seus impactos ambientais, sociais e econômicos, com destaque para aspectos positivos e limitações associados à sua implementação. Em seguida, foram apresentadas orientações para a elaboração dos projetos ambientais, com a organização e divisão das equipes.
ENCONTRO 4	(1 horas/aula)	Apresentação das etapas do pensamento científico e orientações detalhadas para a construção dos projetos em equipe.
ENCONTRO 5	(2 horas/aula)	Espaço dedicado à pesquisa, discussão e desenvolvimento dos projetos pelos estudantes.
ENCONTRO 6	(2 horas/aula)	Espaço dedicado à pesquisa, discussão e desenvolvimento dos projetos pelos estudantes.
ENCONTRO 7	(2 horas/aula)	Apresentação dos projetos desenvolvidos ao público, entrega dos projetos e aplicação de um questionário avaliativo final, para verificar a opinião dos estudantes sobre as metodologias utilizadas.

Fonte: Elaboração própria.

Antes do início da aplicação da SD e da abordagem do conteúdo referente às metodologias ativas na disciplina de Prática de Ensino em Química, foi aplicado aos licenciandos o Questionário Avaliativo Inicial (QAI) (ANEXO B), configurando-se como primeiro encontro e contato com a turma, com a finalidade de evitar possíveis interferências nos resultados, uma vez que a exposição prévia aos conteúdos e às discussões conduzidas pela professora poderia influenciar as respostas dos estudantes, alterando a manifestação de seus conhecimentos prévios e percepções iniciais.

O referido instrumento teve como objetivo investigar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca das abordagens pedagógicas que seriam posteriormente trabalhadas ao longo da proposta didática. Os dados obtidos a partir dessa aplicação inicial constituíram um

referencial diagnóstico, utilizado para subsidiar a análise da efetividade da SD no desenvolvimento dos conhecimentos, habilidades e competências almejadas.

Ao término da abordagem do conteúdo de Metodologias Ativas previsto na programação didática da disciplina, deu-se início à aplicação da sequência didática. Destaca-se que o estudo foi implementado nesse momento específico do curso por compreender que a ABP, enquanto metodologia ativa, integra o conjunto de estratégias discutidas na disciplina. Assim, a inserção da pesquisa nesse período possibilitou articular o referencial teórico previamente trabalhado com a vivência prática da proposta.

No segundo encontro, foi realizada uma apresentação detalhada do projeto de pesquisa à turma, na qual foram explicitados os objetivos gerais e específicos do estudo, a justificativa da proposta, bem como a organização das etapas que compõem a sequência didática e as estratégias metodológicas que seriam adotadas ao longo do processo.

Nesse momento inicial, buscou-se situar os licenciandos quanto ao papel formativo da proposta, destacando a relevância da articulação entre a ABP, a abordagem CTSA e a EA, bem como sua contribuição para o desenvolvimento do PC na formação inicial de professores de Química.

Após a apresentação e os esclarecimentos iniciais, foi enfatizada a importância da pesquisa e formalizada a participação voluntária dos licenciandos, por meio da assinatura do TCLE. Ressaltou-se que a participação no estudo ocorreria de forma livre e esclarecida, assegurando aos participantes o direito à confidencialidade das informações, ao anonimato e à possibilidade de desistência a qualquer momento, sem qualquer prejuízo de ordem acadêmica.

Somente após a assinatura do TCLE por todos os participantes deu-se início à execução da SD, com a realização de uma aula formativa voltada à metodologia da ABP e à abordagem CTSA.

A aula foi iniciada com uma recapitulação das metodologias ativas, com o intuito de retomar conceitos previamente discutidos na disciplina e estabelecer conexões com a proposta a ser desenvolvida. Em seguida, procedeu-se a uma apresentação aprofundada da ABP, abordando seu contexto histórico, seus princípios estruturantes e o processo de consolidação da metodologia a partir das contribuições de diferentes pesquisadores (Dewey, 1916; 1938; Kilpatrick, 1978; Hernández, 1998; Bender, 2014). Para a discussão das etapas e características essenciais da ABP, adotou-se como principal referência o trabalho de Bender (2014).

Além disso, foram explicitadas as diferenças entre a ABP e a Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem-Based Learning – PBL*), destacando-se seus pressupostos metodológicos, objetivos educacionais e etapas de desenvolvimento (Thomas, 2000; Bender,

2015). O contexto histórico de ambas as metodologias também foi abordado, evidenciando suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem e para a formação de professores.

Em seguida, foi apresentada a abordagem CTSA, incluindo o seu contexto de criação, as principais características, princípios fundamentais dessa abordagem e atribuições no ensino (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011; Maestrelli; Lorenzetti, 2020; Dos Santos; Kataoka, 2020). Após a introdução das metodologias e abordagens, foi promovido um momento de discussão coletiva com a turma, no qual foram debatidas as possibilidades de utilização dessas propostas pedagógicas, bem como os critérios para identificação e seleção de temas relevantes passíveis de aplicação no ensino de Química.

Ao final da aula, foi desenvolvida uma atividade prática com o objetivo de consolidar os conhecimentos construídos. Para isso, os estudantes foram organizados em cinco equipes, definidas por livre escolha dos participantes, de modo que cada grupo recebeu um texto distinto contendo a descrição de um trabalho fictício desenvolvido no contexto do ensino de Química. Ressalta-se que foram elaborados cinco textos diferentes, os quais exploram metodologias e abordagens pedagógicas distintas, possibilitando uma experiência formativa mais abrangente (ANEXO C).

A atividade teve como objetivo promover a análise crítica dos trabalhos apresentados, visando à identificação da metodologia ou abordagem pedagógica predominante em cada proposta, bem como à explicitação de suas principais características, fundamentos e implicações para o processo de ensino-aprendizagem. Buscou-se, ainda, favorecer a mobilização dos referenciais teóricos discutidos anteriormente, estimulando a capacidade de diferenciação conceitual entre as distintas abordagens pedagógicas.

Para a realização da tarefa, foram destinados 10 minutos para leitura e discussão em grupo, seguidos de mais 10 minutos para uma discussão coletiva, na qual as análises foram socializadas, confrontadas e problematizadas com a turma.

Esse primeiro encontro teve como finalidade retomar o conceito de metodologias ativas e apresentar a ABP e a abordagem CTSA, conteúdos que ainda não haviam sido explorados na disciplina. Desse modo, a aula inicial constituiu-se como uma base formativa para que os participantes pudessem se familiarizar com essas propostas pedagógicas e compreender suas possibilidades de aplicação no contexto do ensino de Química, preparando-os para as etapas subsequentes da SD.

No terceiro encontro, deu-se início ao estudo temático da Educação Ambiental, por meio da realização de uma aula expositiva e dialogada sobre energias renováveis, com o objetivo de

apresentar uma visão geral das principais fontes energéticas e de suas contribuições para a preservação do meio ambiente.

Inicialmente, foram apresentados questionamentos orientadores com a finalidade de estimular a reflexão dos estudantes, mobilizando seus conhecimentos prévios, suas percepções acerca das contribuições das energias renováveis e a compreensão inicial de seus impactos ambientais. No contexto da ABP, essa etapa caracteriza-se como a “âncora” do processo, conforme descrito por Bender (2014), sendo considerada fundamental para despertar o interesse, o engajamento e a motivação dos estudantes em relação ao tema investigado.

Para o desenvolvimento dessa etapa, foram propostos questionamentos norteadores, apresentados no Quadro 4, os quais serviram de base para a problematização inicial e para o direcionamento das atividades posteriores da SD.

Quadro 4: Questionamentos para discussão em sala de aula

1. Você acredita que todas as energias renováveis são completamente sustentáveis?
2. Qual a sua percepção sobre a sustentabilidade a longo prazo das energias renováveis?
3. Você considera que a adoção de energias renováveis pode trazer impactos sociais, como na geração de empregos ou na migração de comunidades?
4. Se você pudesse escolher apenas uma fonte de energia renovável para investir, qual escolheria e por quê?
5. Qual a contribuição da Química na obtenção das Energias Renováveis?

Fonte: Elaboração própria.

Após a discussão inicial, foi apresentada uma notícia relacionada aos impactos da energia eólica, explorando a realidade vivenciada por comunidades que residem nas proximidades de parques eólicos, a qual serviu como ponto de partida para a aula expositiva e dialogada. A escolha dessa reportagem justificou-se pelo fato de a situação abordada não ser imediatamente evidente, uma vez que a energia eólica é comumente compreendida como uma das fontes mais limpas de geração de energia e, portanto, frequentemente associada a baixos impactos socioambientais.

Ao término da análise da reportagem, foi promovido um momento de discussão coletiva, no qual os estudantes puderam refletir e se posicionar sobre o caso apresentado. A partir dessa problematização inicial, foram discutidos os conceitos de energia renovável, seu contexto de expansão e investimentos e as principais fontes energéticas (solar, eólica, biomassa, hidrelétrica, hidrogênio verde e nuclear).

Cada fonte de energia foi abordada estabelecendo-se relações entre os processos de obtenção de energia e os conhecimentos específicos da Química, enfatizando-se tanto os aspectos positivos quanto os impactos negativos associados a cada matriz, considerando suas implicações nos âmbitos ambiental e social.

Embora as energias renováveis sejam frequentemente apresentadas como alternativas sustentáveis, este encontro teve como objetivo evidenciar também os impactos negativos e as controvérsias científicas e sociais que nem sempre são explicitados nas abordagens tradicionais sobre o tema. Tal perspectiva, alinhada aos pressupostos do movimento CTSA, busca promover um olhar crítico e problematizador sobre assuntos amplamente discutidos no ensino de Química, mas que, muitas vezes, são explorados de forma restrita aos seus aspectos positivos.

Por meio desse exercício reflexivo, pretendeu-se estimular os estudantes a questionarem os impactos menos visíveis associados a essas tecnologias, bem como a compreender as relações complexas entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, favorecendo o desenvolvimento do PC no contexto da formação inicial de professores.

Ao final da aula, os estudantes foram desafiados a elaborar projetos voltados à problematização de questões ambientais, contemplando a análise de suas causas e dos impactos sociais e ambientais associados, em consonância com o processo desenvolvido durante a aula expositiva. Esse momento correspondeu à segunda etapa da ABP, caracterizada pela apresentação da questão motriz, elemento central responsável por orientar e conferir sentido ao desenvolvimento dos projetos, conforme indicado por Bender (2014).

Como questão motriz da atividade, foi apresentada a seguinte indagação: “De que forma a Química pode contribuir para o desenvolvimento de soluções sustentáveis para problemas ambientais na nossa realidade?”. A partir dessa problematização, os licenciandos foram incentivados a propor soluções fundamentadas em conhecimentos científicos, estabelecendo articulações com conceitos da Química.

Para o desenvolvimento dessa atividade, os estudantes foram novamente organizados em cinco equipes, ficando cada grupo responsável por um eixo temático, sendo eles: Poluição do Ar, Contaminação do Solo, Resíduos Plásticos, Gestão Hídrica e Poluição da Água. Os temas foram sorteados ao final da aula, e as equipes receberam orientações iniciais acerca da construção dos projetos, incluindo as etapas de desenvolvimento, os prazos estabelecidos e os critérios que orientariam o processo de acompanhamento e avaliação.

O quarto encontro foi destinado à apresentação e discussão das etapas do pensamento científico, com a finalidade de subsidiar os licenciandos na construção e no desenvolvimento dos projetos propostos. Nesse momento, buscou-se orientar os estudantes quanto à organização

lógica do trabalho científico, contemplando etapas como a identificação e delimitação do problema, o levantamento de hipóteses, a busca e seleção de informações em fontes confiáveis, a análise crítica dos dados e a elaboração de propostas de intervenção fundamentadas em conhecimentos científicos, especialmente da Química. Além disso, foram apresentadas orientações metodológicas relacionadas à estruturação dos projetos, aos critérios de avaliação e aos prazos para entrega, bem como promovidos momentos de acompanhamento coletivo e esclarecimento de dúvidas junto às equipes, favorecendo a autonomia dos estudantes e o alinhamento das propostas aos objetivos da SD. Esse encontro teve duração de 50 minutos.

O quinto e sexto encontros foram reservados para o desenvolvimento dos projetos, constituindo uma etapa essencial da ABP, na qual os estudantes assumem papel central no processo de aprendizagem. Durante esse período, os licenciandos puderam se organizar livremente em suas equipes para o aprofundamento das temáticas investigadas, o levantamento de dados, a análise das problemáticas ambientais escolhidas e a elaboração das soluções propostas, estabelecendo relações entre os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais envolvidos. Não houve a exigência de presença física em sala de aula nesses encontros, uma vez que o trabalho demandava momentos de pesquisa, discussão e produção coletiva fora do espaço formal da aula. Ainda assim, a pesquisadora permaneceu à disposição para o acompanhamento das equipes, oferecendo orientações e esclarecendo dúvidas por meio de canais de comunicação previamente estabelecidos, como o aplicativo WhatsApp, recurso já utilizado pela turma no contexto da disciplina, favorecendo a continuidade do processo formativo e o suporte pedagógico necessário.

O sétimo encontro foi dedicado à apresentação dos projetos desenvolvidos pelos licenciandos. Nesse momento, cada equipe teve a oportunidade de expor a problemática ambiental investigada, os fundamentos científicos que embasaram a análise, os impactos sociais e ambientais identificados e as soluções propostas, destacando as articulações com os conteúdos da Química e com a abordagem CTSA. A apresentação pública dos projetos possibilitou um espaço de diálogo, debate e troca de experiências, no qual os colegas puderam contribuir com sugestões, questionamentos e reflexões, a argumentação científica e a aprendizagem colaborativa, mobilizando habilidades do PC. Esse momento também permitiu aos estudantes refletirem sobre o percurso investigativo realizado, reconhecendo os desafios enfrentados e as aprendizagens construídas ao longo da sequência didática.

Ao final do sétimo encontro, foi aplicado o Questionário Avaliativo Final (QAF), com o objetivo de analisar as percepções dos licenciandos acerca da metodologia utilizada, investigando se a Aprendizagem Baseada em Projetos articulada à abordagem CTSA foi

considerada significativa para a aprendizagem, bem como suas contribuições para a formação inicial de professores de Química. O instrumento buscou ainda identificar aspectos relacionados ao desenvolvimento do pensamento crítico, à autonomia dos estudantes e à compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (ANEXO D).

4.6 Análise dos Dados

Para a avaliação desta intervenção, foram utilizados diferentes instrumentos de coleta de dados, sendo eles: O QAI, os registros do Diário de Bordo, os projetos desenvolvidos pelos licenciandos, a rubrica de avaliação das apresentações dos projetos e o QAF. A análise dos dados seguiu uma abordagem predominantemente qualitativa, para isso, foram utilizados Elementos da Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (2011), articulada à Taxonomia do Pensamento Crítico de Ennis (1987) e aos pressupostos da TASC (Moreira, 2011). A utilização desses instrumentos possibilitou a triangulação dos dados, contribuindo para uma compreensão abrangente do processo formativo e das aprendizagens construídas ao longo da proposta didática.

É válido destacar que os questionários QAI e QAF foram compostos por questões abertas e questões fechadas, sendo estas últimas elaboradas a partir da escala Likert. Para a análise das questões abertas, adotou-se a Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (2011), seguindo as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Inicialmente, realizou-se uma leitura flutuante das respostas, com o objetivo de familiarização com o material e de definição do corpus de análise. Em seguida, procederam-se à identificação das unidades de registro, buscando agrupar respostas que expressassem ideias semelhantes. Por fim, essas unidades foram organizadas em categorias de análise, as quais foram interpretadas à luz do referencial teórico adotado, permitindo a compreensão dos sentidos atribuídos pelos licenciandos às metodologias vivenciadas.

No caso das questões fechadas, estruturadas a partir da escala Likert, os dados foram analisados por meio da quantificação das respostas, com o cálculo do percentual por item, o que possibilitou identificar tendências, níveis de concordância e divergências nas percepções dos licenciandos antes e após a intervenção didática. Essa análise quantitativa foi utilizada de forma complementar à análise qualitativa, contribuindo para uma interpretação mais abrangente dos dados e para a identificação de possíveis mudanças nas concepções e percepções dos participantes ao longo do processo formativo.

O QAI foi analisado inicialmente por ter sido aplicado antes da implementação da sequência didática. Esse instrumento teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos licenciandos acerca das abordagens CTSA e da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), bem como suas experiências anteriores com metodologias ativas, expectativas em relação à proposta e a autopercepção de habilidades relacionadas ao trabalho em equipe e à resolução de problemas.

Na perspectiva da TASC, o QAI possibilitou a identificação dos subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, assim como de sua predisposição para aprender, elementos essenciais para a ocorrência da aprendizagem significativa e fundamentais para a interpretação dos dados coletados nas etapas subsequentes da pesquisa.

Na sequência, foram analisados os registros do Diário de Bordo da pesquisadora, produzidos ao longo de toda a aplicação da SD. O diário de bordo teve caráter descritivo e reflexivo, contemplando observações sobre a participação dos licenciandos, as interações estabelecidas durante as atividades, as dificuldades enfrentadas, os avanços percebidos e as estratégias mobilizadas ao longo do processo. Esses registros serviram de base para a caracterização dos participantes.

Posteriormente, procedeu-se à análise da atividade de leitura e discussão dos textos, considerando as respostas elaboradas pelas equipes. Foram examinadas as identificações das metodologias ou abordagens pedagógicas atribuídas a cada trabalho, bem como as justificativas apresentadas pelos grupos, com o intuito de verificar o nível de compreensão conceitual, a capacidade de diferenciação entre as propostas pedagógicas e a mobilização dos referenciais teóricos discutidos na disciplina.

Em seguida, foi realizada a análise de conteúdo dos projetos desenvolvidos pelos licenciandos, os quais constituíram o principal produto da intervenção didática. Esses materiais foram examinados à luz das capacidades de pensamento crítico propostas por Ennis (1987), buscando identificar a mobilização de habilidades como a identificação e formulação de problemas socioambientais, a avaliação da credibilidade das informações utilizadas, a construção de inferências, a elaboração de argumentos fundamentados e a proposição de soluções sustentadas em conhecimentos científicos da Química, articulando dimensões sociais, tecnológicas e ambientais.

Para a análise dos dados qualitativos, foram consideradas as cinco áreas de capacidades do pensamento crítico definidas por Ennis (1987), Clarificação Elementar, Suporte Básico, Inferência, Clarificação Elaborada e Estratégias e Táticas, as quais orientaram a construção das categorias analíticas e a interpretação dos resultados.

Em seguida, foi adotada uma rubrica de avaliação das apresentações dos projetos, elaborada a partir de critérios previamente definidos, tais como clareza expositiva, fundamentação científica, articulação CTSA, coerência argumentativa e viabilidade das propostas. A rubrica possibilitou sistematizar a avaliação do desempenho dos grupos durante as apresentações orais, complementando a análise dos projetos escritos e contribuindo para uma leitura mais integrada do desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico.

Por fim, foram analisadas as respostas do QAF, aplicado após a conclusão da sequência didática. Esse instrumento possibilitou examinar a evolução dos licenciandos ao término da intervenção, considerando a ampliação dos conhecimentos sobre as abordagens CTSA e ABP, bem como a percepção acerca das contribuições dessas metodologias para o ensino de Química e para a formação inicial docente. Em consonância com a TASC, o QAF permitiu identificar processos de resignificação conceitual, o desenvolvimento de uma postura crítica frente às metodologias vivenciadas e a autoavaliação quanto ao aprimoramento das habilidades relacionadas ao pensamento crítico e à resolução de problemas

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização dos participantes

O estudo contou com a participação de 18 licenciandos do curso de Licenciatura em Química da UFC campus Fortaleza, compondo uma turma caracterizada pela heterogeneidade, especialmente no que se refere à faixa etária e às trajetórias acadêmicas. Essa diversidade justifica-se pelo fato de a disciplina de Prática de Ensino em Química corresponde a última etapa da graduação, reunindo tanto estudantes que se encontram no tempo regular de integralização do curso quanto discentes repetentes. Tal configuração resultou em um grupo com diferentes experiências formativas, o que influenciou diretamente as dinâmicas de interação e participação em sala de aula.

No início da aplicação da proposta, observou-se que os estudantes apresentavam um perfil mais reservado e silencioso, sendo necessária uma instigação constante por parte da docente/pesquisadora para promover a participação nas discussões. Ainda assim, quando provocados, os licenciandos demonstravam envolvimento pontual, configurando uma participação predominantemente moderada nos primeiros encontros.

Ao longo do desenvolvimento da sequência didática, foi possível perceber uma mudança gradual no comportamento da turma. Os estudantes tornaram-se progressivamente mais participativos, demonstrando maior segurança para expor ideias, questionar e dialogar coletivamente. Destaca-se que algumas equipes apresentaram elevado nível de envolvimento e entusiasmo em relação ao projeto e ao tema a ser desenvolvido, refletindo-se no comprometimento com as atividades propostas e na qualidade das discussões realizadas.

No que se refere aos conhecimentos percebidos a partir das discussões em sala de aula, constatou-se que os licenciandos apresentavam conhecimentos prévios sobre metodologias ativas, especialmente relacionados à centralidade do estudante no processo de ensino e aprendizagem e ao uso dessas metodologias como estratégias para promover maior engajamento discente. Contudo, tais conhecimentos mostraram-se, inicialmente, superficiais e pouco sistematizados, evidenciando dificuldades na diferenciação conceitual entre metodologias específicas, como a ABP e o PBL.

À medida que os encontros avançaram e as discussões se tornaram mais frequentes e aprofundadas, observou-se uma ampliação gradual da compreensão dos licenciandos acerca dos pressupostos teóricos da ABP e da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Essa percepção foi evidenciada a partir das falas registradas no Diário de Bordo, das

justificativas apresentadas nas atividades escritas e das reformulações realizadas nos projetos em elaboração.

Notou-se que, nos encontros iniciais, as contribuições dos estudantes concentravam-se predominantemente em aspectos operacionais da metodologia. Entretanto, ao longo da sequência didática, suas intervenções passaram a incorporar elementos mais estruturantes, como a relevância da questão motriz para a condução do projeto, a necessidade de contextualização dos conteúdos e a articulação entre dimensões científicas, sociais, tecnológicas e ambientais no ensino de Química.

Esse movimento, evidenciado pela maior consistência conceitual nas argumentações e pela ampliação das conexões estabelecidas entre teoria e prática, indica um processo de construção e ressignificação dos conhecimentos, favorecido pela mediação pedagógica e pelas atividades desenvolvidas ao longo da intervenção.

De modo geral, a caracterização da turma evidencia um grupo diverso, com conhecimentos iniciais sobre metodologias ativas, que demandou estímulos constantes para ampliar a participação e aprofundar a compreensão conceitual, mas que apresentou evolução significativa tanto no engajamento quanto na apropriação dos fundamentos da ABP articulada à abordagem CTSA.

5.2 Análise do Questionário Avaliativo Inicial (QAI)

Com o objetivo de identificar o conhecimento prévio dos licenciandos acerca da abordagem CTSA e da metodologia da ABP, bem como aspectos atitudinais relacionados ao trabalho colaborativo e à resolução de problemas, foi aplicado um questionário avaliativo no início da intervenção (ANEXO B). A análise das respostas permitiu compreender o ponto de partida dos estudantes em relação aos temas que seriam desenvolvidos ao longo da sequência didática, aspecto central para a organização de propostas pedagógicas fundamentadas na TASC.

No primeiro encontro, no qual foi aplicado o QAI, obteve-se um total de 18 respostas. A primeira questão investigou o conhecimento dos licenciandos sobre a abordagem CTSA, bem como o nível de familiaridade e as formas de contato prévio com o tema. A seguir, no quadro 5 apresentado, estão dispostos exemplos representativos das respostas dos participantes, os quais auxiliam na compreensão qualitativa dos dados obtidos.

Quadro 5: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 1 do Questionário Avaliativo Inicial (QAI)

Questão 1: Você conhece a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)? Se sim, qual o seu nível de conhecimento sobre o assunto e de que maneira teve o primeiro contato com essa abordagem?

Resposta estudante A: “Nenhum conhecimento prévio a respeito do CTSA”.

Resposta estudante B: “Sim, em uma escala de 1 a 5, sendo 1- pouco conhecimento e 5- muito conhecimento, meu nível seria 2”.

Resposta estudante C: “Sim conheço pouco sobre a abordagem e tive o primeiro contato na universidade”.

Resposta estudante D: “Eu não conheço essa abordagem”.

Fonte: Elaboração própria.

Análise das respostas evidência, de forma consistente, um cenário de baixo domínio conceitual acerca da abordagem CTSA entre os licenciandos. Observa-se que 11 estudantes (61,1%) afirmaram não conhecer a abordagem, o que é explicitado em falas como a do estudante A (“Nenhum conhecimento prévio a respeito do CTSA”) e do estudante D (“Eu não conheço essa abordagem”). Esse dado não se configura como pontual, mas revela uma tendência significativa de ausência de contato com a temática durante a formação inicial.

Por outro lado, 7 participantes (38,9%) relataram possuir algum nível de conhecimento sobre a CTSA. No entanto, ao analisar qualitativamente essas respostas, verifica-se que esse conhecimento é incipiente e pouco consolidado. A autopercepção do estudante B, ao situar seu conhecimento em nível 2 em uma escala de 1 a 5, e a fala do estudante C, ao afirmar que “conhece pouco” e que teve contato inicial apenas na universidade, indicam que o acesso à abordagem ocorre de maneira superficial e tardia no percurso formativo. Além disso, essas falas sugerem que o contato com a CTSA se deu de forma pontual, sem aprofundamento teórico consistente ou articulação com a prática pedagógica.

Esse conjunto de evidências permite inferir que, mesmo entre os licenciandos que declararam algum nível de familiaridade (38,9%), não há uma apropriação significativa dos fundamentos da abordagem CTSA. Tal fragilidade compromete a construção de uma compreensão crítica e integrada, limitando a capacidade desses futuros professores de mobilizar essa perspectiva em suas práticas docentes. Em síntese, os dados quantitativos e qualitativos convergem ao evidenciar uma lacuna formativa expressiva no que se refere à abordagem CTSA.

Essa fragilidade na formação inicial docente no que se refere à abordagem CTSA já vem sendo apontada em estudos recentes. Alves e Costa Neto (2025), ao analisarem a presença da perspectiva CTS/CTSA nos currículos de cursos de Licenciatura em Química, evidenciam que,

embora haja o reconhecimento de sua importância para a promoção de uma educação científica contextualizada e socialmente comprometida, sua inserção ainda ocorre de forma pontual e pouco sistematizada nas Instituições de Ensino Superior (IES). Os autores destacam que essa limitação compromete a articulação entre os pressupostos da abordagem CTSA e o processo formativo dos futuros professores, o que contribui para a manutenção de práticas pedagógicas distanciadas de uma visão crítica e integrada da ciência, da tecnologia, da sociedade e do meio ambiente.

A segunda questão teve como objetivo investigar se os licenciandos identificavam, ao longo do curso de licenciatura, a utilização da abordagem CTSA, ainda que de forma indireta. A seguir, no quadro 6 apresentado, estão dispostos exemplos representativos das respostas dos participantes, os quais auxiliam na compreensão qualitativa dos dados obtidos.

Quadro 6: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 2 do Questionário Avaliativo Inicial (QAI)

Questão 2: Você considera que dentro do curso de licenciatura é realizada, mesmo que de maneira indireta, o uso da abordagem CTSA? Justifique sua resposta.

Resposta estudante E: “Não sei, pois não conheço sobre a abordagem CTSA”

Resposta estudante F: “Não, pois é a primeira vez que me recordo de está lendo sobre a CTSA!”

Resposta estudante G: “Sim, de maneira indireta com os relatos de alguns professores tentando contextualizar, mas não se mostra uma regra.”

A análise das respostas evidencia que 12 participantes (66,7%) não reconheceram a presença da abordagem CTSA em sua formação, o que se expressa em falas como a do estudante E (“Não sei, pois não conheço sobre a abordagem CTSA”) e do estudante F (“Não, pois é a primeira vez que me recordo de estar lendo sobre a CTSA”). Essas respostas indicam não apenas a ausência de identificação da abordagem no curso, mas também uma lacuna conceitual que dificulta até mesmo o reconhecimento de sua possível presença em práticas pedagógicas.

Por outro lado, 6 estudantes (33,3%) afirmaram perceber a utilização da CTSA, ainda que de forma indireta. No entanto, a análise qualitativa dessas respostas revela que essa percepção está associada a práticas pontuais e não sistematizadas. A fala do estudante G (“Sim, de maneira indireta com os relatos de alguns professores tentando contextualizar, mas não se mostra uma regra”) evidencia que a abordagem aparece de forma esporádica, geralmente vinculada a contextualização, sem constituir um eixo estruturante das disciplinas ou da formação docente.

Esse conjunto de evidências permite inferir que, mesmo quando identificada por parte dos licenciandos (33,3%), a abordagem CTSA não se apresenta de forma intencional, contínua

ou teoricamente fundamentada no percurso formativo. Assim, os dados quantitativos e qualitativos convergem ao indicar que a CTSA ainda ocupa um espaço periférico na formação inicial, o que pode comprometer o desenvolvimento de uma visão crítica, contextualizada e socialmente referenciada do ensino de Química.

Esse resultado vai ao encontro de estudos que evidenciam a necessidade de fortalecer a inserção da abordagem CTSA nos projetos pedagógicos e nas práticas formativas dos cursos de licenciatura, de modo que ela deixe de se apresentar apenas de forma pontual ou ilustrativa e passe a constituir um eixo estruturante da formação inicial docente. Conforme discutem Oliveira e Kiouranis (2021), a ausência de uma incorporação sistemática da CTSA limita a construção de uma formação crítica e contextualizada, comprometendo o potencial dessa abordagem para orientar práticas pedagógicas que articulem os conhecimentos químicos às dimensões sociais, tecnológicas e ambientais da realidade.

De modo complementar, Strieder (2012, p. 87), ao discutir a abordagem CTS na formação de professores, enfatiza que “A problematização de situações socialmente relevantes é condição essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a superação de uma visão neutra e descontextualizada da ciência”. Nesse sentido, os dados obtidos nesta pesquisa reforçam que a fragilidade conceitual inicial dos licenciandos não decorre da ausência de interesse ou reconhecimento da relevância da CTSA, mas de lacunas formativas estruturais, o que evidencia a necessidade de propostas pedagógicas intencionais e sistematizadas que promovam a articulação entre teoria, prática e realidade social no ensino de Química.

A terceira questão buscou mensurar o nível de conhecimento dos licenciandos sobre a ABP, utilizando uma escala de 1 (nunca ouvi falar) a 5 (entendo muito bem). Os resultados revelaram que 5 estudantes (27,8%) afirmaram nunca ter ouvido falar da metodologia, 7 (38,9%) marcaram o nível 2 e 6 (33,3%) o nível 3, indicando um conhecimento superficial. Poucos participantes relataram compreender de forma consistente a proposta da ABP. Esses dados evidenciam que, apesar da crescente valorização das metodologias ativas nos documentos oficiais e na literatura educacional, sua inserção efetiva nos cursos de formação de professores ainda é incipiente.

Resultados semelhantes são apontados na literatura, que indica que a ABP, embora amplamente defendida como alternativa para promover aprendizagens mais significativas e contextualizadas, ainda é pouco vivenciada de forma estruturada na formação inicial docente. Estudos realizados no contexto do Ensino de Química destacam que a ausência de experiências formativas consistentes com metodologias ativas tende a dificultar sua compreensão conceitual e sua posterior aplicação na prática pedagógica (Silva; Venturi, 2021; Oliveira et al., 2022).

A quarta questão teve como objetivo investigar se os licenciandos já haviam participado de atividades que utilizassem a ABP, bem como compreender suas expectativas em relação a essa metodologia. A seguir, no quadro 7 apresentado, estão dispostos exemplos representativos das respostas dos participantes, os quais auxiliam na compreensão qualitativa dos dados obtidos.

Quadro 7: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 4 do Questionário Avaliativo Inicial (QAI)

Questão 4: Você já participou de alguma atividade que utilizava a ABP? Se sim, descreva brevemente sua experiência. Se não, o que você espera aprender com esse tipo de metodologia?

Resposta estudante H: “Não, espero aprender a seguir, trabalhar e aplicar projetos”.

Resposta estudante I: “Não, espero aprender a desenvolver esse tipo de aprendizagem em sala com a área de Química”.

Resposta estudante J: “Não, eu espero que seja proposto um projeto em determinado problema e os alunos irão resolver”.

Fonte: Elaboração própria.

A análise das respostas evidencia que 14 participantes (77,8%) afirmaram nunca ter vivenciado atividades estruturadas com base na ABP, o que se expressa em falas como a dos estudantes H (“Não, espero aprender a seguir, trabalhar e aplicar projetos”), I (“Não, espero aprender a desenvolver esse tipo de aprendizagem em sala com a área de Química”) e J (“Não, eu espero que seja proposto um projeto em determinado problema e os alunos irão resolver”). Essas respostas indicam não apenas a ausência de experiências prévias com a metodologia, mas também uma compreensão inicial ainda em construção, frequentemente associada a uma visão simplificada da ABP como resolução de problemas ou execução de projetos, sem a explicitação de seus fundamentos pedagógicos.

Além disso, 2 estudantes (11,1%) relataram não conseguir identificar se já haviam participado de atividades com essa abordagem, o que pode indicar a ausência de clareza conceitual sobre a metodologia. Por outro lado, apenas 2 participantes (11,1%) afirmaram já ter tido contato com a ABP; contudo, mesmo nesses casos, os relatos apontam para experiências pouco estruturadas e sem intencionalidade metodológica explícita, o que reforça a fragilidade na apropriação dos princípios que caracterizam essa abordagem.

Esse conjunto de evidências permite inferir que a ABP ainda não se configura como uma prática recorrente ou sistematizada na formação inicial desses licenciandos. Entretanto, apesar da ausência de experiências concretas, observa-se, de forma significativa, uma

predisposição positiva em relação à metodologia. As expectativas expressas pelos estudantes revelam interesse em aprender, aplicar e compreender melhor a ABP, indicando abertura para novas abordagens pedagógicas.

Tal predisposição é um elemento central para o processo de aprendizagem significativa, conforme discutido no âmbito da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC). Nesse sentido, Moreira (2011, p. 25) afirma que “Não há aprendizagem significativa se o aprendiz não apresentar disposição para aprender; essa disposição envolve abertura ao diálogo, questionamento e interesse em atribuir sentido ao que se aprende”. Assim, os dados obtidos indicam que, embora haja lacunas formativas no que se refere à vivência e compreensão da ABP, existe um cenário favorável à sua inserção, uma vez que os licenciandos demonstram interesse e abertura para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais ativas, investigativas e contextualizadas.

A quinta questão avaliou a percepção dos estudantes sobre a importância da CTSA e da ABP para a prática docente, em uma escala de 1 (não é importante) a 5 (muito importante). Observou-se que 13 participantes (66,7%) consideraram que essas abordagens “talvez sejam importantes”, embora reconheçam não possuir conhecimento suficiente; 4 (22,2%) as consideraram importantes e 2 (11,1%) muito importantes. Mesmo diante de um domínio conceitual limitado, os licenciandos demonstraram valorizar propostas pedagógicas que favoreçam a contextualização, a reflexão crítica e a articulação entre ciência e realidade social, o que indica abertura para a incorporação dessas abordagens em sua formação.

Mesmo diante de um domínio conceitual ainda limitado, os dados revelam que os licenciandos atribuem valor a propostas pedagógicas que favoreçam a contextualização do conhecimento químico, a reflexão crítica e a articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Tal percepção indica uma postura favorável à incorporação de abordagens inovadoras no processo formativo, evidenciando uma abertura para práticas pedagógicas que rompam com o ensino tradicional, centrado na transmissão de conteúdo.

Esse resultado dialoga com a literatura da área, que aponta que, mesmo quando os futuros professores não dominam plenamente os fundamentos teóricos da CTSA e da ABP, há um reconhecimento crescente de sua relevância para a promoção de uma educação científica mais crítica, contextualizada e socialmente comprometida (Santos; Mortimer, 2009; Oliveira; Kiouranis, 2021).

A sexta questão abordou a preferência dos estudantes pelo trabalho em grupo. Os resultados indicaram que 7 participantes (38,9%) afirmaram gostar de trabalhar coletivamente, 6 (33,4%) relataram não gostar, 3 (16,7%) afirmaram que depende do grupo, 1 (5,5%) indicou

indiferença e 1 (5,5%) não respondeu. Apesar da diversidade de posicionamentos, a predominância de respostas favoráveis ou condicionais sugere uma disposição relevante para práticas colaborativas, aspecto fundamental para o desenvolvimento de propostas baseadas na ABP.

Na sétima questão, os estudantes autoavaliaram sua habilidade para o trabalho em equipe, em uma escala de 1 (muito fraca) a 5 (ótima). Os dados revelaram que 5 licenciandos (27,8%) se posicionaram no nível 3, 9 (50%) no nível 4 e 4 (22,2%) no nível 5. Esses resultados indicam que a maioria se percebe como capaz de atuar em atividades colaborativas, o que favorece a implementação de metodologias que priorizam o diálogo, a cooperação e a corresponsabilidade na construção do conhecimento, princípios consonantes com a TASC.

Por fim, a oitava questão investigou a frequência com que os estudantes identificam problemas e buscam soluções, utilizando uma escala de 1 (nunca) a 5 (sempre). Observou-se que 6 participantes (33,4%) relataram que às vezes conseguem, 10 (55,5%) afirmaram que frequentemente conseguem e 2 (11,1%) indicaram que sempre conseguem. Esses dados evidenciam um potencial significativo para o desenvolvimento do pensamento crítico, competência central tanto na ABP quanto na abordagem CTSA e diretamente relacionada à proposta de aprendizagem significativa crítica.

De forma articulada, os resultados das sexta, sétima e oitava questões evidenciam que, embora os licenciandos apresentem fragilidades conceituais em relação à ABP e à CTSA, o grupo demonstra disposições cognitivas, atitudinais e procedimentais favoráveis à implementação dessas abordagens. A preferência, ainda que condicionada, pelo trabalho em grupo, aliada à autoavaliação positiva das habilidades colaborativas, revela um perfil discente compatível com metodologias que valorizam a interação social, o diálogo e a corresponsabilidade na construção do conhecimento, elementos centrais da ABP.

No contexto da formação inicial de professores de Química, tais disposições assumem especial relevância, uma vez que a ABP pressupõe o trabalho coletivo como estratégia para a investigação de problemas complexos e contextualizados, demandando negociação de ideias, tomada de decisões compartilhadas e argumentação científica. Estudos recentes apontam que a colaboração, quando intencionalmente mediada, contribui para o desenvolvimento de competências pedagógicas e científicas, além de favorecer a formação de professores mais reflexivos e autônomos (Bender, 2015; Araújo; Santos, 2022).

Adicionalmente, a elevada frequência com que os estudantes afirmam identificar problemas e buscar soluções indica um potencial significativo para o desenvolvimento do pensamento crítico, competência estruturante tanto da ABP quanto da abordagem CTSA. Essa

habilidade é fundamental para que o futuro professor seja capaz de problematizar situações do cotidiano, articular conhecimentos científicos a contextos sociais e ambientais e promover práticas de ensino comprometidas com a alfabetização científica e tecnológica. Pesquisas no campo do Ensino de Química têm destacado que a problematização e a resolução de problemas reais constituem caminhos potentes para superar práticas transmissivas e promover aprendizagens mais significativas e socialmente contextualizadas (Santos; Mortimer, 2009; Silva; Strieder, 2020).

Sob a perspectiva da TASC, esse conjunto de resultados revela a presença de condições cognitivas e motivacionais essenciais para a aprendizagem, especialmente a predisposição para aprender, a abertura ao diálogo e a capacidade de questionar a realidade. Ainda que o conhecimento prévio sobre as abordagens investigadas seja limitado, as atitudes manifestadas pelos licenciandos configuram um terreno fértil para a intervenção pedagógica proposta, uma vez que a TASC defende que a aprendizagem significativa crítica se constrói a partir da interação entre conhecimentos prévios, disposição para aprender e experiências educativas que estimulem a reflexão e a criticidade (Moreira, 2017).

Dessa forma, os dados do questionário avaliativo inicial não apenas justificam a implementação da sequência didática fundamentada na ABP e na CTSA, como também reforçam sua pertinência no contexto da formação inicial de professores de Química, ao evidenciar um grupo potencialmente receptivo a práticas pedagógicas inovadoras, críticas e alinhadas às demandas contemporâneas da educação científica.

5.3 Percepções e níveis de compreensão conceitual emergentes na Atividade 1

A atividade desenvolvida teve como objetivo avaliar a compreensão dos licenciandos acerca das metodologias ativas, com ênfase na ABP, na PBL e na abordagem CTSA. Após uma exposição teórica introdutória sobre essas perspectivas, os estudantes foram organizados em grupos, de modo que ficou três equipes com 4 integrantes e duas com 3 integrantes. Diante disso, foram convidados a analisar textos que descreviam diferentes práticas pedagógicas. A proposta consistiu em identificar as metodologias e abordagens presentes em cada situação, bem como justificar essa identificação à luz dos referenciais estudados. Cada equipe ficou responsável por um texto específico e deveria elaborar uma análise fundamentada, relacionando os elementos da prática apresentada às metodologias discutidas.

A análise das respostas evidencia um panorama heterogêneo quanto ao nível de compreensão conceitual dos estudantes. A Equipe 1, responsável pelo texto *“Inovando com*

Materiais Biodegradáveis”, apresentou uma resposta consistente e bem articulada, demonstrando domínio dos fundamentos da ABP e da abordagem CTSA. Conforme expresso no texto elaborado pelo grupo, os licenciandos identificaram corretamente que “a metodologia utilizada é a ABP com abordagem CTSA”, além de reconhecerem elementos centrais da estrutura da atividade, como pode ser observado no quadro 8 apresentado abaixo, onde estão dispostos o tema atribuído à equipe, os aspectos esperados na resposta e o que foi efetivamente apresentado pelos participantes, permitindo uma análise comparativa entre o desempenho esperado e o obtido.

Quadro 8: Análise da Equipe 1 referente ao Texto 1 da Atividade 1

EQUIPE	TEMA	ESPERADO	OBTIDO
Equipe 1	<i>Inovando com Materiais Biodegradáveis</i>	• Identificar que a metodologia era ABP com a união da abordagem CTSA • Identificar as etapas da ABP. • Relatar os critérios que utilizaram para chegar à resposta.	A metodologia utilizada é a ABP com abordagem CTSA, pois os alunos são desafiados a desenvolver projetos por meio de questionamentos que estimulam a reflexão dos alunos. A intervenção foi feita em quatro encontro: 1- Foi feita a problematização, as perguntas norteadoras 2- Planejamento: Elaboração do projeto, as etapas da pesquisa 3- Desenvolvimento do projeto e resultados em relatórios 4- Apresentação pública de cada grupo.

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que a equipe conseguiu explicitar as etapas da ABP ao descrever a problematização inicial, o planejamento das ações, o desenvolvimento do projeto e a apresentação dos resultados. Essa organização indica não apenas o reconhecimento da abordagem, mas também uma compreensão de sua lógica processual, evidenciando que os estudantes foram capazes de identificar elementos estruturantes como a questão norteadora, o caráter investigativo e a produção de resultados.

Além disso, ao associar a proposta à abordagem CTSA, a equipe demonstra compreender, ainda que de forma inicial, a articulação entre conhecimentos científicos e questões ambientais e sociais, especialmente ao considerar a temática dos materiais biodegradáveis. Essa leitura evidencia a capacidade de relacionar o conteúdo do texto com problemáticas reais, característica central da perspectiva CTSA.

Esse conjunto de evidências permite inferir que a Equipe 1 atingiu plenamente os objetivos esperados para a atividade, demonstrando não apenas a identificação correta da abordagem, mas também a mobilização de critérios coerentes para justificar sua resposta. Tal

resultado indica um nível mais avançado de compreensão em relação às demais equipes, sobretudo no que se refere à leitura crítica de propostas pedagógicas e à distinção entre diferentes metodologias de ensino.

A Equipe 2, responsável pela análise do texto “Como Tratar o Desperdício de Água”, apresentou uma resposta parcialmente consistente, ao reconhecer adequadamente a utilização da metodologia Problem-Based Learning (PBL) associada à abordagem CTSA. A seguir, no quadro 9 apresentado, estão dispostos o tema atribuído à equipe, os aspectos esperados na resposta e o que foi efetivamente apresentado pelos participantes, possibilitando a comparação entre o desempenho esperado e o obtido.

Quadro 9: Análise da Equipe 2 referente ao Texto 2 da Atividade 1

EQUIPE	TEMA	ESPERADO	OBTIDO
Equipe 2	<i>Como Tratar o Desperdício de Água</i>	• Identificar que a metodologia era PBL e CTSA • Diferenciar a PBL da ABP • Relatar os critérios que utilizaram para chegar à resposta.	TEXTO ESCRITO PELA EQUIPE: A metodologia é a PBL e a abordagem CTSA. Um problema foi apresentado e eles foram desafiados a desenvolverem soluções com base em ciência e habilidades de investigação

Fonte: Elaboração própria.

A análise da resposta evidencia que os licenciandos conseguiram identificar corretamente a presença de um problema como elemento central da proposta, conforme expresso na afirmação de que “um problema foi apresentado e eles foram desafiados a desenvolverem soluções com base em ciência e habilidades de investigação”. Essa percepção indica uma compreensão inicial das características da PBL, especialmente no que se refere à centralidade do problema como ponto de partida para o processo de aprendizagem.

Além disso, a equipe também reconheceu a articulação com a abordagem CTSA, ao mencionar o uso de conhecimentos científicos e habilidades investigativas voltadas à resolução de uma problemática real, neste caso relacionada ao desperdício de água. Tal identificação demonstra que os estudantes conseguem perceber a relação entre o conteúdo científico e questões sociais e ambientais, ainda que de forma pouco aprofundada.

Entretanto, a resposta apresentada revela limitações no que se refere à explicitação dos critérios que fundamentam essa classificação. Observa-se que, embora a equipe tenha identificado corretamente as abordagens (PBL e CTSA), não houve um detalhamento das etapas da metodologia nem uma diferenciação mais clara entre PBL e ABP, aspecto que constava entre

os objetivos esperados da atividade. Essa ausência de aprofundamento indica uma compreensão ainda superficial, com baixa articulação argumentativa.

Esse conjunto de evidências permite inferir que a Equipe 2 atingiu parcialmente os objetivos propostos, demonstrando capacidade de reconhecimento das abordagens, porém com limitações na justificativa teórica e na explicitação dos elementos estruturantes. Ainda assim, destaca-se que os estudantes apresentaram um nível adequado de compreensão geral, evidenciando avanços no processo de identificação de metodologias ativas, embora ainda necessitem desenvolver maior rigor analítico e aprofundamento conceitual.

Por sua vez, a Equipe 3, responsável pela análise do texto “Impactos da Exploração Mineral no Solo”, identificou a proposta como relacionada à metodologia Problem-Based Learning (PBL), ao estudo de caso e à abordagem CTSA. A seguir, no quadro 10 apresentado, estão dispostos o tema atribuído à equipe, os aspectos esperados na resposta e o que foi efetivamente apresentado pelos participantes, possibilitando a comparação entre o desempenho esperado e o obtido.

Quadro 10: Análise da Equipe 3 referente ao Texto 3 da Atividade 1

EQUIPE	TEMA	ESPERADO	OBTIDO
Equipe 3	<i>Impactos da Exploração Mineral no Solo</i>	• PBL, estudo de caso e abordagem CTSA • Diferenciar a PBL da ABP • Relatar os critérios que utilizaram para chegar à resposta.	Metodologia: Aprendizagem baseada em problemas e estudo de caso Abordagem: CTSA Trabalho que possibilita que os alunos compreendam a relação entre tecnologia, educação e sociedade.

Fonte: Elaboração própria.

As respostas elaboradas pelos licenciandos demonstram que a equipe conseguiu reconhecer, de maneira geral, as abordagens presentes no texto, ao indicar a utilização da PBL, do estudo de caso e da perspectiva CTSA. Esse reconhecimento sugere uma compreensão inicial das características da atividade proposta, especialmente pela associação da temática da exploração mineral às discussões envolvendo ciência, tecnologia e sociedade.

Apesar disso, a justificativa apresentada mostrou-se pouco aprofundada do ponto de vista conceitual. Ao afirmar que se trata de um “trabalho que possibilita que os alunos compreendam a relação entre tecnologia, educação e sociedade”, os participantes demonstram uma percepção ampla da abordagem CTSA, porém sem detalhar de que maneira os elementos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais estavam articulados no texto analisado. Além

disso, os critérios utilizados para sustentar a identificação das metodologias não foram explicitados de forma clara.

Também se observa a ausência de uma diferenciação mais consistente entre PBL e ABP, aspecto previsto entre os objetivos da atividade. Embora a equipe tenha reconhecido corretamente a presença da PBL, não foram mencionadas características específicas que justificassem essa escolha metodológica ou que permitissem distingui-la de outras metodologias ativas. Da mesma forma, a referência ao estudo de caso ocorreu sem aprofundamento quanto aos elementos que caracterizam essa estratégia pedagógica.

Diante disso, percebe-se que a Equipe 3 apresentou uma compreensão parcial das abordagens analisadas, marcada principalmente pela identificação nominal das metodologias, mas com limitações na fundamentação teórica e na articulação argumentativa. Esses aspectos indicam a necessidade de maior aprofundamento conceitual, sobretudo no que se refere à diferenciação entre metodologias ativas e à compreensão crítica dos pressupostos da abordagem CTSA.

Em contraste, a Equipe 4, responsável pela análise do texto “De Onde Vem Nossa Energia?”, apresentou uma resposta mais alinhada aos objetivos propostos na atividade. A seguir, no quadro 11 apresentado, estão dispostos o tema atribuído à equipe, os aspectos esperados na resposta e o que foi efetivamente apresentado pelos participantes, permitindo a comparação entre o esperado e o obtido.

Quadro 11: Análise da Equipe 4 referente ao Texto 4 da Atividade 1

EQUIPE	TEMA	ESPERADO	OBTIDO
Equipe 4	<i>De Onde Vem Nossa Energia?</i>	- Identificar que a metodologia era ABP com a união da abordagem CTSA - Identificar as etapas da ABP. - Relatar os critérios que utilizaram para chegar à resposta.	ABP – Engajamento do aluno; Pergunta motriz; Abordagem CTS: vantagens e desvantagens; gerar debate.

Fonte: Elaboração própria.

A produção elaborada pelos licenciandos demonstra que a equipe conseguiu reconhecer adequadamente os componentes centrais da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), ao destacar elementos como o “engajamento do aluno” e a presença de uma “pergunta motriz”. Esses aspectos revelam que os participantes compreenderam características estruturantes da

metodologia, especialmente o protagonismo discente e a organização da aprendizagem a partir de uma questão norteadora.

Além disso, os estudantes identificaram a presença da abordagem CTSA ao mencionarem as “vantagens e desvantagens” relacionadas à temática energética e a possibilidade de “gerar debate”. Essa percepção indica que a equipe reconheceu o potencial da proposta para promover discussões envolvendo implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais, aspecto fundamental da perspectiva CTSA.

Diferentemente de algumas equipes anteriores, observa-se que a Equipe 4 apresentou maior articulação entre os conceitos discutidos durante a formação e os elementos identificados no texto analisado. Ainda que a resposta tenha sido objetiva, os participantes conseguiram mobilizar critérios coerentes para justificar a classificação metodológica proposta, demonstrando uma leitura mais crítica e reflexiva da atividade.

Nesse sentido, a resposta apresentada sugere avanços na apropriação dos fundamentos da ABP e da abordagem CTSA, evidenciando a capacidade dos licenciandos de reconhecer elementos constitutivos dessas perspectivas pedagógicas e relacioná-los a situações contextualizadas no ensino de Química.

Por fim, a Equipe 5, responsável pela análise do texto “Catalisadores: Eficiência e Impacto”, apresentou uma resposta parcialmente alinhada aos objetivos da atividade. A seguir, no quadro 12 apresentado, estão dispostos o tema atribuído à equipe, os aspectos esperados na resposta e o que foi efetivamente apresentado pelos participantes, possibilitando a comparação entre o esperado e o obtido.

Quadro 12: Análise da Equipe 5 referente ao Texto 5 da Atividade 1

EQUIPE	TEMA	ESPERADO	OBTIDO
Equipe 5	<i>Catalisadores: Eficiência e Impacto</i>	- Identificar que a metodologia era ABP com a união da abordagem CTSA, mas que estava incompleta - Identificar e relatar as etapas e as características ausentes.	Aprendizagem baseada em projetos. Houve a apresentação de um projeto de pesquisa e desenvolvimento de ideias, mas foi uma abordagem só técnico-científica, pois não houve presença de uma abordagem socioambiental.

Fonte: Elaboração própria.

A resposta elaborada pelos licenciandos demonstra que a equipe conseguiu reconhecer a presença da ABP, ao identificar elementos como a elaboração de um projeto de pesquisa e o desenvolvimento de ideias. Além disso, os participantes perceberam limitações relacionadas à abordagem CTSA, ao afirmarem que a proposta apresentava um enfoque “apenas técnico-científico”, sem a presença efetiva de discussões socioambientais. Esse aspecto revela uma

percepção crítica inicial acerca da necessidade de articulação entre os conhecimentos científicos e suas implicações sociais e ambientais, característica fundamental da abordagem CTSA.

Entretanto, embora a equipe tenha identificado que a perspectiva CTSA não estava plenamente desenvolvida no texto, não houve aprofundamento quanto aos elementos ausentes que justificariam essa limitação. Da mesma forma, os licenciandos não problematizaram a ausência de componentes essenciais da ABP, como a presença de uma situação-problema contextualizada, o planejamento autônomo das ações pelos estudantes e a construção de propostas interventivas ou solucionadoras.

Também se observa que a resposta permaneceu mais descritiva do que analítica, uma vez que os participantes não explicitaram de forma detalhada os critérios utilizados para identificar as metodologias presentes nem as etapas ausentes da ABP, aspecto previsto entre os objetivos esperados da atividade.

Dessa forma, percebe-se que a Equipe 5 apresentou uma compreensão parcial das abordagens analisadas. Apesar de demonstrarem capacidade de reconhecer limitações relacionadas à abordagem CTSA, os estudantes ainda apresentaram dificuldades em aprofundar a análise crítica dos elementos estruturantes da ABP e em identificar, de maneira mais sistemática, as lacunas metodológicas presentes no texto proposto.

Em um panorama geral, a atividade de análise dos textos demonstrou que a compreensão dos licenciandos acerca das metodologias ativas ocorreu de maneira gradual e não homogênea, mesmo após a exposição teórica inicial realizada durante o encontro formativo. Os resultados obtidos indicam que o contato com situações concretas e contextualizadas favoreceu a mobilização dos conceitos discutidos, sobretudo nos casos em que os textos apresentavam uma estrutura mais claramente alinhada à lógica projetual da ABP.

As produções das Equipes 1 e 4 evidenciaram maior domínio dos fundamentos da metodologia, uma vez que os participantes conseguiram reconhecer, com maior clareza e consistência, elementos como situação-problema, questão motriz, planejamento das ações, investigação e socialização dos resultados. Além da identificação das abordagens, essas equipes demonstraram maior capacidade de justificar suas escolhas a partir de critérios coerentes com os referenciais metodológicos discutidos ao longo da formação, indicando uma compreensão mais aprofundada da dinâmica e da organização da ABP articulada à abordagem CTSA.

Em contrapartida, as respostas das Equipes 2, 3 e 5 revelaram dificuldades relacionadas principalmente à diferenciação entre ABP e PBL. Embora os licenciandos tenham conseguido reconhecer características gerais das metodologias ativas, observou-se limitação na explicitação de critérios mais específicos, especialmente aqueles relacionados ao nível de autonomia

discente, à construção de produtos ou propostas interventivas e à dimensão projetual característica da ABP. Em diversos momentos, as respostas permaneceram em um nível mais descritivo, sem aprofundamento conceitual ou justificativa mais consistente das classificações realizadas.

Essas dificuldades encontram respaldo na literatura, especialmente no que se refere à recorrente confusão conceitual entre ABP e PBL. Conforme discutem Sukacké et al. (2022), ambas as metodologias compartilham princípios comuns das abordagens ativas, como a centralidade do estudante, a aprendizagem orientada por problemas e a valorização de contextos reais, o que frequentemente resulta em sobreposições terminológicas e metodológicas. Segundo os autores, essa imprecisão é potencializada por implementações pouco sistematizadas, nas quais elementos de diferentes abordagens são combinados sem clareza quanto aos seus pressupostos estruturantes. Tal cenário compromete a compreensão conceitual das metodologias e dificulta tanto a análise crítica das práticas pedagógicas quanto a avaliação dos processos de aprendizagem, aspecto que se aproxima das fragilidades identificadas nas respostas dos licenciandos.

Além disso, a atividade permitiu identificar que os estudantes apresentaram maior facilidade em reconhecer aspectos mais gerais das propostas pedagógicas do que em problematizar suas limitações ou identificar elementos ausentes nas metodologias analisadas. Esse aspecto tornou-se particularmente evidente nos textos em que a abordagem CTSA aparecia de forma parcial ou pouco desenvolvida, como observado na análise da Equipe 5. Embora os licenciandos tenham percebido a ausência de uma dimensão socioambiental mais explícita, ainda apresentaram dificuldades em aprofundar criticamente essa discussão e relacioná-la aos fundamentos da abordagem.

Nesse sentido, a atividade evidenciou a importância de momentos de análise prática e interpretativa para a consolidação do entendimento sobre metodologias ativas e abordagem CTSA. Os resultados apontam para a necessidade de aprofundar, nos encontros subsequentes, discussões relacionadas à diferenciação conceitual entre ABP e PBL, bem como estratégias que auxiliem os futuros professores na identificação, problematização e articulação dos eixos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais presentes nas propostas pedagógicas.

Após a realização da tarefa em grupo, ocorreu um momento de socialização coletiva das respostas, no qual cada equipe apresentou sua análise e justificou a metodologia identificada. A partir dessas exposições, o professor realizou intervenções pontuais, problematizando equívocos conceituais, solicitando fundamentação teórica para as escolhas realizadas e promovendo o confronto de ideias entre os grupos. Esse momento configurou-se como um

espaço formativo relevante, pois possibilitou que os estudantes revisassem seus critérios de análise, ampliassem suas interpretações e compreendessem de maneira mais clara os fundamentos teóricos e práticos das metodologias discutidas ao longo da atividade.

5.4 Análise de Conteúdo dos Projetos

Os projetos desenvolvidos pelos estudantes marcaram a etapa final da formação na metodologia da ABP e na abordagem CTSA, onde foram desafiados a desenvolverem em equipe um projeto envolvendo um tema ambiental, que apresentasse a apresentação do problema, estudo do caso com base teórica fundamentando com princípios da Química para explicá-lo, a identificação dos impactos ambientais e sociais do problema e propor soluções.

Para a análise dos projetos foi utilizada a técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2011), por se tratar de material que exige uma abordagem que considere a subjetividade e a intencionalidade do texto escrito. Essa técnica é composta por três etapas principais: preparação, codificação e categorização. Na etapa de preparação, realizou-se a leitura flutuante dos projetos, com o objetivo de familiarizar-se com o material e identificar unidades de registro relevantes para a pesquisa. Em seguida, na etapa de codificação, foram elaborados códigos a partir dos classificadores descritos por Ennis (1987). Para isso, foi estabelecido o seguinte conjunto de critérios apresentados no quadro 13.

Quadro 13: Codificadores do Pensamento Crítico

CODIFICADORES DO PENSAMENTO CRÍTICO	
Capacidade de Clarificação Elementar (CE)	• CE1: Definição de conceito ou termo. • CE2: Formulação de pergunta clara sobre o problema. • CE3: Descrição clara e contextualizada do problema.
Capacidade de Suporte Básico (SB)	• SB1: Justificativa da escolha do tema ou metodologia. • SB2: Utilização da literatura para fundamentar. • SB3: Avaliação crítica das fontes.
Capacidade de Inferência (INF)	• INF1: Formulação de hipótese ou previsão com base em dados. • INF2: Conclusão constituída a partir do problema. • INF3: Projeção do efeito da ação proposta.
Capacidade de Elaboração (EB)	• EB1: Avaliação de uma ideia ou argumento. • EB2: Integração entre ideias para sustentar o raciocínio. • EB3: Revisão da coerência lógica na linha argumentativa.
Capacidade Estratégica e Tática (ET)	• ET1: Tomada de decisão entre metodologias ou soluções. • ET2: Apresentação e análise de alternativas (soluções). • ET3: Reformulação do plano ou estratégias após reflexão.

Fonte: Elaboração própria.

Por fim, na etapa de categorização, esses códigos foram agrupados em categorias de análise, permitindo identificar a recorrência dos classificadores e interpretar se os licenciandos desenvolveram as capacidades do PC em seus projetos. O processo de organização, categorização e interpretação dos dados é exemplificado no Quadro 14, elaborado a partir da análise do Projeto 1.

Quadro 14: Exemplo do processo de Análise de Conteúdo aplicado ao Projeto 1, contemplando as etapas de categorização e interpretação dos dados obtidos

EQUIPE 1 - POLUIÇÃO DO AR: OS IMPACTOS DO USO DO INSETICIDA NO AMBIENTE DOMÉSTICO		
Trecho do projeto	Classificador	Interpretação
“A poluição do ar é considerada quando há presença de contaminantes ou substâncias poluidoras...”	CE1 – Clarificação Elementar	O trecho apresenta definição conceitual do problema, caracterizando uma etapa inicial de clarificação do fenômeno estudado.
“Segundo o estudo de Diel et al. (2003), inseticidas foram utilizados em 89% dos domicílios...”	SB2 – Suporte Básico	O trecho utiliza dados provenientes de literatura científica para sustentar a discussão apresentada.
“Para testar a eficácia do aromatizante, serão realizados experimentos em ambientes controlados...”	INF1 – Inferência	O trecho apresenta formulação de hipóteses e previsão de testes, indicando raciocínio investigativo.
“O desempenho do produto será comparado ao de inseticidas comerciais...”	ET1 – Estratégias e Táticas	O grupo define estratégia metodológica para avaliar o problema investigado.

Fonte: Elaboração própria.

A partir dessa análise, constatou-se que o primeiro projeto, que investigou os impactos do uso de inseticidas domésticos (equipe 1), contemplou os classificadores CE1, SB2, INF1, EB2, ET1 e ET2, evidenciando a mobilização de diferentes habilidades do PC. Do ponto de vista da escrita, o projeto apresenta uma estrutura formal bem definida, organizada em seções clássicas de um trabalho científico, introdução, objetivos, metodologia, resultados esperados e conclusão, o que revela a preocupação da equipe em seguir um modelo acadêmico consolidado e coerente com a proposta da disciplina.

Na introdução, observa-se um esforço significativo de definição conceitual, sobretudo ao caracterizar a poluição do ar e listar suas principais fontes, o que evidencia a presença do classificador CE1. Entretanto, a escrita assume um caráter excessivamente descritivo, com forte apoio em dados e informações gerais, o que acaba diluindo a problematização central relacionada especificamente ao uso de inseticidas domésticos. Assim, embora o texto demonstre domínio conceitual e uso adequado da literatura, a articulação entre o fenômeno descrito e a escolha do inseticida como foco da intervenção poderia ter sido mais explicitada, fortalecendo a coerência argumentativa do projeto.

No desenvolvimento do texto, a equipe recorre de forma consistente a referências científicas para sustentar a discussão sobre os impactos dos inseticidas à saúde e ao meio ambiente, o que caracteriza o classificador SB2. Essa escolha confere legitimidade acadêmica ao trabalho e indica a compreensão, por parte dos licenciandos, da importância do suporte teórico na construção de argumentos científicos. A escrita, nesse sentido, apresenta-se objetiva e informativa, ainda que, em alguns momentos, priorize a reprodução de informações em detrimento de uma análise mais crítica dessas fontes.

A seção metodológica apresenta boa organização estrutural e coerência na escrita. O texto é claro, sequencial e detalhado, descrevendo as etapas de desenvolvimento do aromatizante, os procedimentos de extração do óleo essencial, os critérios de avaliação da eficácia do produto e a forma de coleta do feedback da comunidade. Essa organização textual evidencia não apenas os classificadores ET1 e ET2, relacionados à tomada de decisões e à proposição de estratégias, mas também a capacidade de EB2, ao integrar diferentes ideias em uma linha argumentativa coerente. Além disso, a formulação de expectativas em relação aos resultados esperados revela a presença de INF1, ao antecipar efeitos e desdobramentos da intervenção proposta.

De modo geral, a escrita do projeto revela um movimento que transita entre a descrição informativa e a proposição investigativa. Embora a problematização inicial pudesse ser mais aprofundada e articulada, o texto demonstra intencionalidade científica, clareza na exposição das etapas do trabalho e alinhamento com a perspectiva CTSA, ao considerar os impactos sociais, ambientais e de saúde associados ao tema. Assim, mesmo com limitações na contextualização do problema, o projeto evidencia o desenvolvimento de habilidades do pensamento científico, especialmente no que se refere à organização do raciocínio, ao planejamento metodológico e à proposição de soluções fundamentadas.

O segundo projeto, voltado à gestão de recursos hídricos e ao combate à degradação do Açude Santo Anastácio (equipe 2), destacou-se por contemplar todas as categorias propostas

por Ennis (1987), clarificação, suporte básico, inferência, elaboração, estratégias e táticas. Dentre os classificadores foram identificados INF1, INF3, SB1, SB2, CE1, CE3, EB1, ET1 e ET2, o que evidencia um processo investigativo consistente e articulado, aproximando-se de um exercício mais completo do PC.

Do ponto de vista da escrita, o projeto apresenta uma estrutura textual bem organizada e coerente com o modelo de investigação científica. O texto é construído de forma progressiva, iniciando-se com uma contextualização ampla da problemática da escassez e da degradação dos recursos hídricos, seguida pela delimitação do Açude Santo Anastácio como objeto de estudo. Essa organização revela a presença dos classificadores CE1 e CE3, uma vez que os licenciandos conseguem definir conceitos relevantes e descrever o problema de maneira clara, contextualizada e socialmente situada.

A justificativa do projeto é desenvolvida de forma consistente, articulando aspectos ambientais, sociais e educacionais, o que evidencia o classificador SB1. A equipe demonstra consciência da relevância do tema tanto para a comunidade local quanto para a formação cidadã, o que confere ao texto os princípios da abordagem CTSA. Além disso, o uso recorrente da literatura científica e de documentos institucionais para fundamentar a discussão caracteriza o classificador SB2, reforçando o compromisso com a sustentação teórica dos argumentos apresentados. A escrita, nesse sentido, assume um caráter analítico, superando a mera descrição de informações.

No desenvolvimento do projeto, observa-se a formulação explícita de hipóteses relacionadas aos impactos das ações antrópicas sobre o açude e às possíveis melhorias decorrentes das estratégias de intervenção propostas, o que evidencia o classificador INF1. Ademais, a projeção dos efeitos das ações sugeridas, como campanhas educativas, monitoramento da qualidade da água e práticas de gestão sustentável, caracteriza o classificador INF3, indicando a capacidade dos licenciandos de antecipar resultados e estabelecer relações causais.

A escrita metodológica apresenta-se clara, objetiva e bem estruturada, detalhando as etapas da intervenção e justificando as escolhas realizadas, o que evidencia os classificadores ET1 e ET2. A equipe não apenas propõe soluções, mas também analisa alternativas possíveis, demonstrando reflexão crítica sobre as estratégias adotadas. Esse aspecto é reforçado pela presença do classificador EB1, que indica a avaliação de ideias e argumentos ao longo do texto, conferindo maior coerência lógica e profundidade à linha argumentativa.

De modo geral, o projeto revela uma escrita madura, que articula fundamentação teórica, problematização contextualizada, planejamento metodológico e proposição de soluções

viáveis. Essa integração entre forma e conteúdo evidencia o desenvolvimento de habilidades complexas do pensamento científico, indo além da identificação do problema e avançando para a análise crítica e a proposição estratégica de intervenções.

O terceiro projeto, desenvolvido pela equipe 3, teve como eixo central a análise da contaminação do solo por resíduos sólidos urbanos, assumindo um caráter fortemente investigativo desde sua concepção. A identificação dos classificadores CE1, CE2, CE3, INF3, EB1, EB2 e EB3 evidencia uma mobilização ampla das categorias da Taxonomia de Ennis, especialmente aquelas associadas à elaboração e à inferência, o que diferencia este trabalho dos demais.

A escrita do projeto revela, logo na introdução, uma construção discursiva consistente, que articula fundamentos do ensino de Química, pressupostos da abordagem CTSA e justificativas pedagógicas para o uso da ABP. Observa-se que os licenciandos não se limitam a apresentar o problema ambiental, mas o situam no contexto do ensino de Química, estabelecendo uma relação direta entre a problemática investigada e a formação de sujeitos críticos. Essa escolha discursiva demonstra clareza na definição de conceitos, formulação explícita do problema e contextualização social e ambiental, evidenciando plenamente a capacidade Clarificação Elementar em seus diferentes níveis.

É válido destacar, que a equipe optou por desenvolver o tema a partir de uma insatisfação vivenciada no cotidiano, relacionada à passagem frequente por um campo localizado nas proximidades da residência de uma das integrantes do grupo, o qual se encontrava poluído e inutilizado para fins recreativos. Essa realidade motivou a investigação e conferiu significado social e ambiental ao problema de pesquisa.

Um aspecto que se destaca nesse projeto é a centralidade atribuída aos dados empíricos. A equipe realizou coleta de amostras de solo em campo e conduziu testes de pH como estratégia para verificar a hipótese de contaminação decorrente do descarte inadequado de resíduos sólidos. A escrita metodológica é detalhada e cuidadosa, descrevendo procedimentos, controles e replicações, o que confere legitimidade científica ao trabalho. A incorporação dos resultados ao longo do texto não ocorre de forma isolada, mas integrada à argumentação, revelando a presença dos classificadores EB2 e EB3, ao articular evidências empíricas com a coerência lógica do raciocínio desenvolvido.

No que se refere à inferência, o projeto avança ao projetar os efeitos da contaminação do solo sobre o meio ambiente e a qualidade de vida da comunidade local, bem como ao antecipar impactos positivos decorrentes da implementação de ações educativas e mitigadoras. Essa projeção de cenários futuros caracteriza o classificador INF3, indicando a capacidade dos

licenciandos de extrapolar os dados coletados e interpretá-los à luz de uma problemática mais ampla.

Outro elemento distintivo do projeto é a integração intencional da dimensão educacional. Embora não fosse uma exigência inicial da atividade, a equipe optou por propor ações de educação ambiental fundamentadas na ABP e na abordagem CTSA, direcionadas tanto à comunidade quanto ao ensino de Química, para isso propuseram aplicar o projeto em uma escola de Ensino Médio próxima ao local estudado. Essa decisão revela sensibilidade pedagógica e reflexão sobre a própria prática docente, evidenciando uma postura crítica e comprometida com a função social da ciência e da educação.

De modo geral, o projeto caracteriza-se por uma escrita investigativa, na qual a problematização, a coleta de dados, a análise empírica e a proposição de intervenções educativas se articulam de forma coerente. Esse conjunto de elementos demonstra a mobilização das capacidades do PC, especialmente aquelas relacionadas à análise de evidências, à interpretação de resultados e à elaboração de propostas contextualizadas, indicando um avanço significativo no desenvolvimento do pensamento crítico-científico dos licenciandos.

No quarto projeto, que abordou a proposta de reúso da água do Açude Santo Anastácio (equipe 4), foi identificado o classificador CE3, referente à descrição clara e contextualizada do problema. A equipe apresentou um texto organizado, com introdução que situa o leitor quanto à problemática da escassez hídrica e à relevância do reúso da água no contexto socioambiental local. A escrita evidencia preocupação com a contextualização do tema e com a clareza conceitual, permitindo a compreensão do problema investigado.

Entretanto, o projeto não avançou para a formulação de hipóteses, nem para a apresentação de estratégias metodológicas ou alternativas de intervenção, o que limitou a mobilização de outros classificadores da taxonomia de Ennis. A argumentação manteve-se em um nível predominantemente descritivo, sem o aprofundamento necessário para a sustentação do problema por meio de evidências, inferências ou tomada de decisões fundamentadas.

Dessa forma, o projeto contribuiu para o desenvolvimento inicial de habilidades do pensamento científico, especialmente no que se refere à identificação e delimitação clara da problemática. Contudo, a ausência de inferências, suporte teórico mais consistente e estratégias de ação indica que o exercício do PC permaneceu restrito às etapas iniciais do processo investigativo, evidenciando a necessidade de maior aprofundamento nas dimensões analíticas e propositivas.

Por fim, o quinto projeto, que tratou da reutilização de resíduos plásticos descartados nas vias públicas para a produção de materiais aplicáveis à construção civil (equipe 5), evidenciou um conjunto expressivo de classificadores da Taxonomia de Ennis (1987), revelando um nível mais elaborado de desenvolvimento do PC. O texto apresenta uma introdução bem estruturada, iniciando com a definição conceitual dos plásticos, correspondente ao classificador CE1, e avançando para a descrição contextualizada do problema do acúmulo desses resíduos, associado ao elevado tempo de degradação no ambiente (CE3).

Nesse contexto, a equipe fundamentou a escolha do tema com base em pesquisas já consolidadas na literatura, garantindo respaldo teórico à proposta (SB2). Além disso, delimitou o recorte espacial ao focar na cidade de Fortaleza, apresentando dados relacionados ao descarte inadequado de resíduos plásticos no município, o que reforça o suporte argumentativo do projeto. Embora os classificadores SB1 e CE2 estejam presentes, sua mobilização ocorreu de forma menos explícita, indicando que a justificativa metodológica e a formulação de questionamentos poderiam ter sido mais bem exploradas.

Para a implementação da proposta, a equipe apresentou uma metodologia detalhada e consistente, iniciando com uma revisão bibliográfica para fundamentação teórica (SB1 e SB2) e propondo o mapeamento de políticas públicas como estratégia de coleta e análise de dados. As etapas metodológicas foram claramente justificadas, contemplando o classificador ET2, além da indicação de possíveis parcerias institucionais para viabilizar a execução da proposta.

No desenvolvimento dos materiais a partir dos resíduos plásticos, o projeto apresentou um plano de ação concreto e bem estruturado, incluindo a proposição de ensaios normativos amplamente reconhecidos na área de materiais e construção civil. Foram previstos ensaios para avaliação das propriedades mecânicas à tração de materiais compósitos, permitindo analisar resistência, alongamento e comportamento estrutural do material produzido, bem como ensaios para determinação da resistência à compressão de materiais poliméricos, parâmetro essencial para verificar a capacidade do material em suportar cargas.

Além disso, o projeto fez referência à Associação Brasileira de Normas Técnicas, órgão responsável pela normalização técnica no Brasil, citando a NBR 15220-3 (2024), relacionada ao desempenho térmico das edificações, evidenciando a preocupação do grupo em alinhar a proposta aos parâmetros técnicos exigidos na área da construção civil.

A inclusão dessas normas no projeto indica a preocupação da equipe em avaliar não apenas as propriedades mecânicas dos materiais produzidos a partir dos resíduos plásticos, mas também sua adequação às exigências de conforto, segurança e desempenho estabelecidas para o setor da construção civil.

Dessa forma, a proposição desses ensaios e normas evidencia uma abordagem metodológica consistente e alinhada a critérios técnicos reconhecidos, reforçando o caráter científico e aplicado do projeto ao buscar validar a viabilidade dos materiais desenvolvidos a partir de resíduos plásticos para uso em contextos reais.

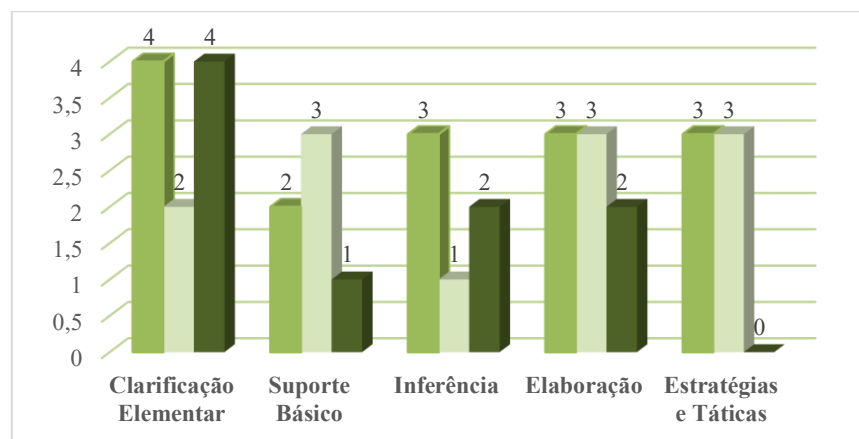
Esse conjunto de elementos evidencia a presença dos classificadores SB3, EB1, EB2 e EB3, ao demonstrar avaliação crítica das fontes, integração de ideias e coerência lógica na linha argumentativa, bem como dos classificadores ET1 e ET2, relacionados à tomada de decisão e à análise de alternativas metodológicas.

Na etapa final, a equipe propôs a aplicação piloto da intervenção na Praça do Pajeú, em Fortaleza, e apresentou uma projeção dos resultados esperados a partir da metodologia delineada, assim como uma conclusão articulada ao problema investigado, mobilizando os classificadores INF1 e INF2. Dessa forma, o projeto evidencia um exercício consistente do pensamento científico, ao articular clarificação conceitual, sustentação teórica, inferência e estratégias de ação, aproximando-se de uma prática investigativa madura e socialmente contextualizada.

De maneira geral, os cinco projetos analisados revelam uma progressão no desenvolvimento das habilidades relacionadas ao pensamento científico. Enquanto alguns se limitaram à clarificação do problema, outros avançaram para a proposição de hipóteses, a coleta e análise de dados empíricos e a formulação de estratégias de intervenção.

A partir dos resultados apresentados, é possível observar, conforme ilustrado no gráfico abaixo, uma visão geral da mobilização dos classificadores da Taxonomia de Ennis (1987) nos projetos analisados.

Figura 1: Visão geral das capacidades do pensamento crítico identificadas



Fonte: Elaboração própria

Para a construção da tabela, adotou-se uma codificação por cores com o objetivo de organizar visualmente as categorias e seus respectivos níveis. As colunas em verde médio

correspondem às categorias CE1, SB1, INF1, EB1 e ET1; as colunas em verde claro referem-se às categorias CE2, SB2, INF2, EB2 e ET2; e as colunas em verde escuro indicam as categorias CE3, SB3, INF3, EB3 e ET3.

A sistematização dos resultados, considerando a frequência de ocorrência de cada subclassificador da Taxonomia de Ennis (1987), evidencia que as capacidades mais mobilizadas pelos licenciandos foram aquelas relacionadas à Clarificação Elementar, especialmente os subclassificadores CE1 (definição de conceitos) e CE3 (descrição clara e contextualizada do problema), identificados na maioria dos projetos. Esses dados indicam que os estudantes demonstraram domínio das etapas iniciais do pensamento científico, sendo capazes de reconhecer problemas relevantes, definir termos e contextualizar as temáticas investigadas. Conforme aponta Ennis (1991), tais capacidades constituem a base do PC, pois organizam o raciocínio e orientam a tomada de decisões subsequentes.

Também se observa uma mobilização significativa de subclassificadores associados ao Suporte Básico, com destaque para SB2 (uso da literatura) e, em menor proporção, SB1 (justificativa da escolha do tema ou metodologia). Esse resultado revela que os licenciandos recorreram à literatura científica para fundamentar suas propostas, ainda que nem sempre tenham explicitado de forma consistente as justificativas metodológicas ou realizado uma avaliação crítica aprofundada das fontes, aspecto evidenciado pela baixa incidência do subclassificador SB3. Tal achado sugere que, embora os estudantes consigam utilizar referências como suporte argumentativo, a análise crítica das fontes ainda se encontra em processo de desenvolvimento.

No que se refere à Inferência, os subclassificadores INF1 (formulação de hipóteses) e INF3 (projeção dos efeitos da ação proposta) estiveram presentes sobretudo nos projetos que envolveram coleta de dados empíricos ou delineamento de intervenções mais estruturadas. Esses elementos indicam a capacidade dos licenciandos de estabelecer relações causais e antecipar possíveis desdobramentos de suas ações, competências centrais do pensamento científico. Entretanto, a baixa recorrência de INF2 (conclusão constituída a partir do problema) aponta para dificuldades em sintetizar os resultados de forma conclusiva, articulando-os diretamente às questões investigadas.

As capacidades relacionadas à Elaboração também foram mobilizadas de maneira intermediária, especialmente por meio dos subclassificadores EB1 e EB2, que evidenciam a avaliação de ideias e a integração de argumentos ao longo do texto. No entanto, a menor incidência de EB3 revela que a revisão sistemática da coerência lógica da argumentação ainda não se configura como uma prática plenamente consolidada entre os licenciandos, reforçando

a ideia de que habilidades avaliativas mais refinadas exigem maior maturidade cognitiva e formativa.

Por outro lado, os subclassificadores vinculados às Estratégias e Táticas foram os menos recorrentes no conjunto dos projetos. Embora ET1 (tomada de decisão) e ET2 (análise de alternativas) tenham sido identificados em alguns trabalhos mais completos, como aqueles voltados à gestão de recursos hídricos e à reutilização de resíduos, o subclassificador ET3 (reformulação do plano após reflexão) não foi identificado em nenhum projeto. Esse resultado pode ser compreendido à luz da literatura de Ennis, que caracteriza as capacidades estratégicas como níveis mais complexos do pensamento crítico, pois exigem autorregulação, avaliação de consequências e revisão consciente das próprias decisões.

No contexto da formação inicial de professores, essa limitação torna-se compreensível, uma vez que os estudantes tendem a apresentar maior familiaridade com atividades de natureza descritiva e explicativa, tradicionalmente valorizadas em práticas pedagógicas mais transmissivas. Conforme discutem Teixeira e Vieira (2014), o desenvolvimento do PC demanda experiências formativas que promovam autonomia intelectual, reflexão sobre a prática e tomada de decisões fundamentadas, aspectos que ainda se encontram em processo de consolidação nesse estágio formativo.

Outro elemento que contribui para esse resultado refere-se ao tempo de implementação da proposta, que ocorreu ao longo de apenas sete encontros. Segundo Ennis (2011), o pensamento crítico se desenvolve de forma progressiva, por meio de práticas recorrentes e reflexivas, o que reforça a necessidade de intervenções pedagógicas mais prolongadas para favorecer a consolidação de capacidades cognitivas mais complexas, como a reformulação de estratégias e a metacognição.

Dessa forma, os resultados indicam que os licenciandos mobilizaram com maior frequência as capacidades iniciais e intermediárias do PC, especialmente aquelas relacionadas à clarificação do problema, ao suporte argumentativo e à formulação de inferências. As capacidades estratégicas, por sua vez, emergem de forma mais pontual, evidenciando-se como um desafio formativo. Ainda assim, os dados reforçam o potencial da ABP articulada à abordagem CTSA para promover o desenvolvimento progressivo do PC, ao criar condições para que os estudantes avancem de um raciocínio predominantemente descritivo para uma postura investigativa e propositiva frente a problemas reais.

A experiência demonstrou que, mesmo em um período relativamente curto, é possível criar situações de ensino que favoreçam a organização do raciocínio, a análise de problemas reais e a proposição de soluções fundamentadas, ao mesmo tempo em que aponta para a importância

de intervenções mais prolongadas para o aprofundamento de habilidades cognitivas mais complexas, como a avaliação crítica e a reformulação de estratégias.

5.5 Rúbrica Avaliativa das Apresentações dos Projetos

A avaliação das apresentações dos projetos foi realizada por meio de uma rubrica analítica, composta por critérios qualitativos organizados em uma escala ordinal de quatro níveis (1 a 4). Esse instrumento possibilitou uma análise de caráter formativo, permitindo examinar o desempenho dos estudantes em diferentes dimensões, tais como pensamento crítico, domínio conceitual, contextualização, abordagem CTSA e clareza expositiva. Os critérios que compuseram a rubrica foram definidos em consonância com os objetivos da pesquisa e com os pressupostos da ABP e da abordagem CTSA, buscando assegurar a coerência entre o processo avaliativo e a proposta formativa desenvolvida.

Segundo Zabala e Arnau (2010), o uso de rubricas analíticas torna visível o processo de construção do conhecimento, ao permitir que o professor acompanhe o desenvolvimento das competências propostas ao longo da atividade. No contexto do ensino de Ciências, Fernandes (2009) destaca que a explicitação e a clareza dos critérios avaliativos contribuem para que os estudantes compreendam as expectativas de aprendizagem, favorecendo seu envolvimento ativo e reflexivo no processo avaliativo.

O primeiro critério, “Formulação da hipótese e desenvolvimento do pensamento crítico”, destacou-se como um dos mais mobilizados, com quatro das cinco equipes alcançando a pontuação máxima (nota 4). Esse resultado indica que a maioria dos estudantes foi capaz de formular hipóteses bem fundamentadas, sustentadas por argumentação científica e análise crítica do problema investigado. Tal achado corrobora a efetividade da ABP como estratégia pedagógica para o fomento do pensamento crítico, na medida em que os licenciandos não apenas levantaram hipóteses, mas também demonstraram capacidade de analisá-las, discuti-las e justificá-las de forma consistente.

No critério “Relacionamento com conceitos de Química”, todas as equipes obtiveram pontuações entre 3 e 4, evidenciando um domínio satisfatório dos conteúdos disciplinares e sua aplicação contextualizada às situações-problema investigadas. Esse aspecto revela-se especialmente relevante no âmbito da formação docente, pois indica a capacidade dos licenciandos de articular o conhecimento científico com situações do cotidiano, um dos pilares da alfabetização científica, fundamental para a atuação futura desses sujeitos como professores de Química.

Em contrapartida, o critério “Abordagem CTSA” apresentou uma distribuição de notas mais baixa, com três equipes obtendo nota 2, uma nota 3 e apenas uma equipe alcançando nota 4. Esse resultado evidencia uma dificuldade recorrente dos estudantes em integrar, de forma crítica e articulada, os elementos Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente em seus projetos. Tal limitação pode estar relacionada à complexidade inerente à abordagem CTSA, que exige uma ruptura com práticas tradicionais de ensino e demanda maior tempo de aprofundamento conceitual, mediação pedagógica e vivência reflexiva. Assim, embora a ABP tenha favorecido o engajamento com problemas reais e o desenvolvimento do pensamento crítico, os dados indicam que a apropriação efetiva da perspectiva CTSA ainda necessita de maior investimento formativo ao longo do processo educativo.

Conforme discutem Santos e Mortimer (2002), a abordagem CTS/CTSA requer mudanças significativas nas concepções de ensino e aprendizagem, uma vez que pressupõe a problematização de questões sociocientíficas e a articulação entre conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais de maneira crítica e contextualizada. Nesse sentido, a consolidação dessa perspectiva demanda processos formativos contínuos, capazes de promover a reflexão crítica e a superação de modelos tradicionais de ensino.

No que se refere ao critério “Fundamentação das soluções propostas”, a maioria das equipes apresentou desempenho satisfatório, com três grupos alcançando nota 4 e dois nota 3, demonstrando que os estudantes foram capazes de propor intervenções bem fundamentadas, coerentes com os problemas investigados e, em alguns casos, com caráter inovador. A articulação entre a identificação do problema e a proposição de soluções evidencia o envolvimento dos licenciandos com desafios reais e sua disposição para atuar como agentes transformadores, aspecto central na formação de professores comprometidos com uma educação crítica e socialmente engajada.

Por fim, o critério “Clareza e organização da apresentação” revelou um bom desempenho geral, com quatro equipes obtendo notas 3 ou 4, indicando que os estudantes conseguiram estruturar suas ideias de forma coerente e comunicar seus projetos de maneira clara e compreensível, elemento essencial tanto para a prática docente quanto para a socialização do conhecimento científico.

As pontuações finais atribuídas aos grupos variaram entre 15 e 23 pontos, com média geral de 20,6 pontos, o que indica um bom desempenho médio entre as equipes avaliadas. Dentre os cinco grupos participantes, três obtiveram pontuação igual ou superior a 21 pontos, evidenciando uma compreensão mais aprofundada dos critérios estabelecidos na rubrica.

A análise dos dados obtidos por meio da rubrica evidencia que a utilização da ABP favoreceu de forma significativa o desenvolvimento do pensamento crítico, especialmente por meio da formulação de hipóteses, da construção de soluções fundamentadas e do uso contextualizado de conceitos químicos. Entretanto, a integração plena da abordagem CTSA ainda se apresenta como um desafio pedagógico, apontando para a necessidade de ações formativas mais sistemáticas e aprofundadas voltadas a esse eixo. De modo geral, os resultados reforçam a pertinência da ABP como uma estratégia eficaz na formação inicial de professores de Química, ao promover uma educação crítica, científica e socialmente comprometida, ao mesmo tempo em que oferecem subsídios para o aprimoramento de práticas formativas futuras.

5.6 Análise do Questionário Avaliativo Final (QAF)

Ao final da aplicação da sequência didática, foi aplicado o QAF, com o objetivo de analisar as percepções, impressões e aprendizagens dos licenciandos após a vivência da metodologia da ABP articulada à abordagem CTSA. As questões foram estruturadas de modo a identificar possíveis mudanças no entendimento dos estudantes acerca dessas propostas pedagógicas, bem como suas contribuições para a formação inicial docente e o interesse em incorporá-las em práticas pedagógicas futuras. O questionário contou com a participação de 18 licenciandos, correspondendo à totalidade do grupo envolvido na intervenção, o que confere maior representatividade aos dados obtidos e possibilita uma análise mais abrangente dos efeitos formativos da experiência desenvolvida.

A primeira questão buscou identificar a opinião geral dos estudantes sobre a metodologia da ABP. Observou-se uma aceitação amplamente positiva, uma vez que 17 participantes (94,5%) avaliaram a metodologia de forma favorável, enquanto apenas 1 estudante (5,5%) apresentou uma percepção negativa. Alguns exemplos dessas respostas podem ser observados no Quadro 15.

Quadro 15: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 1 do Questionário Avaliativo Final (QAF)

Questão 1: Qual a sua opinião sobre a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)?
Resposta estudante A: “É uma metodologia interessante, que necessita de tempo para ser executada, mas que agrega muito conhecimento.”
Resposta estudante B: “A ABP é uma metodologia que pode ser aproveitada para exercitar o método científico, aplicando os conhecimentos teóricos em situações reais.”
Resposta estudante C: “Bastante proveitosa e tem uma boa contribuição para o ensino/aprendizagem devido sua abordagem onde desenvolve várias habilidades cognitivas.”

Fonte: Elaboração própria.

A análise das respostas dos licenciandos à primeira questão evidência diferentes dimensões de compreensão acerca da metodologia da ABP, permitindo relacionar suas percepções aos fundamentos teóricos que sustentam esta pesquisa. O relato do estudante A, ao afirmar que *“é uma metodologia interessante, que necessita de tempo para ser executada, mas que agrega muito conhecimento”*, revela uma compreensão inicial das exigências pedagógicas inerentes à ABP.

Ao destacar a necessidade de tempo para a execução da metodologia, o licenciando demonstra compreender que a ABP se distancia de práticas pontuais ou imediatistas, exigindo planejamento, acompanhamento e aprofundamento conceitual. Essa percepção dialoga diretamente com os pressupostos da TASC, segundo a qual a construção de conhecimentos com significado demanda tempo para problematização, investigação, reflexão e ressignificação dos conteúdos, pois como afirma Moreira (2011) *“A aprendizagem significativa crítica é um processo lento, que envolve questionamento, reflexão, diálogo e reconstrução de significados, não podendo ser alcançada por meio de práticas pontuais ou mecanizadas.”* (Moreira, 2011, p. 31). Além disso, a ideia de que a ABP *“agrega muito conhecimento”* aponta para uma ampliação qualitativa da aprendizagem, aspecto também evidenciado em estudos recentes que indicam que a metodologia favorece a contextualização dos conteúdos, o protagonismo discente e a articulação entre teoria e prática em projetos reais (Garcia Alves Zago et al., 2024).

O estudante B, por sua vez, destaca que *“a ABP é uma metodologia que pode ser aproveitada para exercitar o método científico, aplicando os conhecimentos teóricos em situações reais”*. Essa fala evidencia uma compreensão mais aprofundada da ABP como estratégia que articula teoria e prática, elemento fundamental para o ensino de Química. Ao mencionar o exercício do método científico, o licenciando reconhece o potencial da ABP para promover aprendizagens investigativas, nas quais os estudantes formulam hipóteses, analisam dados e propõem soluções para problemas reais. Essa percepção se alinha diretamente aos pressupostos da abordagem CTSA, ao situar o conhecimento científico em contextos concretos e socialmente relevantes, e aos princípios da TASC, na medida em que favorece a construção de conhecimentos críticos, ancorados na realidade e orientados para a compreensão e transformação do mundo.

O estudante B, ao afirmar que *“a ABP é uma metodologia que pode ser aproveitada para exercitar o método científico, aplicando os conhecimentos teóricos em situações reais”*, evidencia uma compreensão mais aprofundada da ABP como estratégia investigativa no ensino

de Química. Essa fala revela o reconhecimento do potencial da metodologia para mobilizar práticas relacionadas ao método científico, como a formulação de hipóteses, a análise de dados e a proposição de soluções para problemas concretos. Tal percepção converge com estudos desenvolvidos no contexto do ensino de Química que apontam que, embora a ABP ainda se apresente de forma incipiente nos cursos de formação docente, sua aplicação tem impacto positivo no engajamento dos estudantes e na mobilização para a resolução de problemas contextualizados (Costa; Monteiro, 2025).

Já o relato do estudante C, ao afirmar que a ABP é *“bastante proveitosa e tem uma boa contribuição para o ensino/aprendizagem devido sua abordagem onde desenvolve várias habilidades cognitivas”*, evidencia o reconhecimento da metodologia como promotora de um aprendizado mais amplo, que ultrapassa a dimensão conceitual. A menção ao desenvolvimento de “habilidades cognitivas” aponta para competências como análise, síntese, tomada de decisão e resolução de problemas, diretamente relacionadas ao PC, que corresponde a um dos objetivos do presente trabalho. Essa compreensão reforça a ideia de que a ABP, quando articulada à CTSA, contribui para uma formação docente que valoriza não apenas a assimilação de conteúdos, mas também o desenvolvimento de capacidades reflexivas e argumentativas, essenciais à prática pedagógica crítica e consciente.

No contexto da formação inicial de professores de Química, essa compreensão assume especial relevância, uma vez que a ABP se apresenta como uma possibilidade concreta de ampliação da autonomia dos licenciandos, ainda que persistam demandas por maior orientação e sistematização metodológica durante sua implementação (Gonçalves; Gomes, 2022). Assim, as percepções dos estudantes indicam não apenas uma avaliação positiva da metodologia, mas também uma compreensão progressiva de seus fundamentos e potencialidades formativas.

De modo geral, a análise dos relatos evidencia que os licenciandos passaram a compreender a ABP como uma metodologia que promove aprendizagens mais significativas, contextualizadas e críticas. As falas revelam aproximações consistentes com os fundamentos da TASC, ao reconhecerem o caráter processual da aprendizagem, a articulação entre teoria e realidade e o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores. Dessa forma, os discursos dos estudantes corroboram a pertinência da ABP, articulada à abordagem CTSA, como estratégia formativa capaz de contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a formação inicial de professores de Química mais reflexivos e socialmente comprometidos.

Na segunda questão, os participantes atribuíram, em uma escala de 1 a 5, o grau de contribuição da ABP para o aprendizado em Química. Os resultados indicaram que 6 estudantes (39,4%) atribuíram o nível 4 (bom proveito), 11 (61,1%) atribuíram o nível 5 (ótimo proveito)

e apenas 1 (5,5%) afirmou não ter obtido proveito. Esses dados reforçam a percepção positiva já evidenciada nos relatos, indicando que a ABP foi compreendida como uma metodologia capaz de promover aprendizagens mais significativas e duradouras no ensino de Química.

A terceira questão abordou a percepção dos licenciandos sobre a abordagem CTSA e sua relevância para o ensino de Química. Assim como observado em relação à ABP, 17 participantes (94,5%) apresentaram respostas positivas, enquanto apenas 1 (5,5%) manifestou avaliação negativa. Os estudantes destacaram a importância da abordagem para o desenvolvimento de uma visão crítica e contextualizada da ciência, conforme evidenciado no quadro 16 apresentado a seguir.

Quadro 16: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 3 do Questionário Avaliativo Final (QAF)

Questão 3: Qual a sua opinião sobre a abordagem CTSA? Julga que seja importante para o Ensino em Química? Por quê?
Resposta estudante D: “Acredito que a abordagem CTSA é muito importante para o ensino de química, visto que esta possibilita diferentes pontos de vista para um mesmo problema.”
Resposta estudante E: “Uma abordagem que desenvolve cientistas e pessoas críticas. É importante para a prática e consolidação do aprendizado de Química.”
Resposta estudante F: “Necessária para uma melhor compreensão de como a ciência influencia a vida.”

Fonte: Elaboração própria.

A análise das respostas à Questão 3 evidencia que os licenciandos compreendem a abordagem CTSA como um referencial capaz de ampliar a compreensão do ensino de Química para além de uma perspectiva exclusivamente conceitual, atribuindo-lhe um papel formativo no desenvolvimento de uma visão mais plural, crítica e socialmente situada da ciência.

O relato do estudante D, ao afirmar que *“a abordagem CTSA é muito importante para o ensino de química, visto que esta possibilita diferentes pontos de vista para um mesmo problema”*, evidencia a compreensão da ciência como um campo não neutro e não linear. Ao reconhecer a existência de múltiplas perspectivas para um mesmo problema, o estudante demonstra alinhamento com um dos pressupostos centrais da abordagem CTSA: a compreensão da ciência como uma construção social permeada por valores, interesses e contextos históricos, sociais e ambientais. Essa percepção contribui diretamente para a formação inicial de professores de Química mais conscientes da complexidade dos fenômenos científicos e tecnológicos, além de favorecer práticas pedagógicas que incentivem o debate, a argumentação e o confronto de ideias, elementos esses, fundamentais para a aprendizagem significativa crítica, conforme a TASC (Moreira, 2011).

A fala do estudante E, ao caracterizar a CTSA como *“uma abordagem que desenvolve cientistas e pessoas críticas”* e ressaltar sua importância para *“a prática e consolidação do aprendizado de Química”*, indica uma compreensão da CTSA como um referencial formativo que atua tanto na dimensão cognitiva quanto na dimensão cidadã. Diferentemente de uma visão instrumental da ciência, o estudante associa a abordagem ao desenvolvimento de sujeitos críticos, capazes de compreender, questionar e utilizar o conhecimento científico de forma consciente. Ao mencionar a consolidação do aprendizado, o relato sugere que a contextualização proporcionada pela CTSA favorece a atribuição de sentido aos conteúdos químicos, fortalecendo sua estabilidade na estrutura cognitiva dos estudantes.

Já o estudante F, ao afirmar que a abordagem CTSA é *“necessária para uma melhor compreensão de como a ciência influencia a vida”*, destaca a dimensão relacional entre ciência e cotidiano. Essa fala evidencia o reconhecimento da CTSA como um instrumento de mediação entre o conhecimento científico e as experiências vividas pelos sujeitos, contribuindo para a superação de uma visão fragmentada da Química. Ao enfatizar a influência da ciência na vida, o estudante aponta para a importância da alfabetização científica na formação docente, uma vez que compreender os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade é condição essencial para a tomada de decisões informadas e responsáveis.

De modo geral, os relatos dos estudantes D, E e F indicam que a abordagem CTSA é percebida como um eixo estruturante para o ensino de Química comprometido com a pluralidade de ideias, a formação crítica e a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e vida cotidiana. Essas percepções evidenciam que os licenciandos passaram a reconhecer a ciência para além de uma perspectiva neutra e exclusivamente técnica, compreendendo-a como uma construção social situada historicamente e atravessada por valores, interesses e implicações sociais e ambientais. Essa compreensão encontra respaldo em Freitas (2021), ao salientar que *“é imprescindível a discussão destes assuntos de forma crítica e contextualizada, deixando claro que a ciência não é neutra, remetendo à origem do movimento CTSA...”* (Freitas, 2021, p. 38).

Diante disso, a abordagem CTSA pode ser compreendida como um posicionamento curricular e formativo que orienta a organização do ensino de Ciências e de Química a partir da problematização da realidade e da articulação entre conhecimentos científicos e questões socialmente relevantes, extrapolando o caráter instrumental de técnicas ou metodologias isoladas. Essa perspectiva reforça o papel da CTSA como referência para a formação inicial de professores de Química comprometidos com uma educação científica crítica, reflexiva e socialmente contextualizada (Chrispino, 2017).

Na quarta questão, investigou-se se os estudantes consideravam importante a apresentação da ABP e da CTSA para sua formação como professores de Química. Observou-se que 17 licenciandos (94,5%) responderam afirmativamente, destacando que ambas as propostas ampliaram sua visão pedagógica e contribuíram para repensar a prática docente. No quadro 17 apresentado abaixo está ilustrado alguns dos relatos obtidos pelos participantes.

Quadro 17: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 4 do Questionário Avaliativo Final (QAF)

Questão 4: Você considera que a apresentação da metodologia da ABP e da abordagem CTSA foram importantes para a sua formação inicial como professor(a) de Química? Justifique sua resposta, destacando a contribuição delas para a prática docente.

Resposta estudante G: “Pois o conhecimento dessa abordagem e metodologia abrem novos horizontes para contribuições da prática docente.”

Resposta estudante H: “Auxilia com uma nova visão crítica dos itens para utilizá-las em nossas aulas.”

Resposta estudante J: “Ajuda a elaborar de forma prática problemas de química em sala de aula.”

Fonte: Elaboração própria.

As respostas à Questão 4 evidenciam que os licenciandos reconhecem a apresentação da ABP e da abordagem CTSA como um elemento formativo relevante para a construção de uma identidade docente mais ampliada, reflexiva e alinhada às demandas contemporâneas do ensino de Química. Diferentemente das questões anteriores, nas quais predominou a compreensão conceitual das abordagens, aqui os relatos indicam uma aproximação mais direta com a dimensão profissional e prática da docência.

O estudante G, ao afirmar que “*o conhecimento dessa abordagem e metodologia abrem novos horizontes para contribuições da prática docente*”, destaca o caráter ampliador dessas propostas no repertório pedagógico do futuro professor. A expressão “novos horizontes” sugere uma ruptura com modelos tradicionais e transmissivos de ensino, indicando que o contato com a ABP e a CTSA possibilita ao licenciando vislumbrar outras formas de organizar o ensino e a aprendizagem em Química.

A fala do estudante H, ao destacar que a apresentação das abordagens “*auxilia com uma nova visão crítica dos itens para utilizá-las em nossas aulas*”, evidencia o desenvolvimento de uma postura analítica frente às próprias escolhas metodológicas. O uso da expressão “nova visão crítica” indica que o licenciando não apenas reconhece as abordagens como relevantes, mas também passa a avaliá-las de forma consciente e intencional, considerando suas possibilidades de aplicação no contexto da sala de aula. Esse posicionamento dialoga

diretamente com a proposta da dissertação ao enfatizar a necessidade de formar professores capazes de refletir sobre o porquê e o como utilizar determinadas metodologias.

Já o estudante J, ao afirmar que a ABP e a CTSA “*ajudam a elaborar de forma prática problemas de química em sala de aula*”, evidencia a contribuição dessas abordagens para a operacionalização do ensino. Diferentemente de uma percepção apenas teórica, o relato aponta para a capacidade da ABP, articulada à CTSA, de auxiliar o professor na construção de situações-problema contextualizadas, um elemento central da ABP. Essa fala revela a compreensão de que o ensino de Química pode ser estruturado a partir de problemas reais e significativos, favorecendo a mobilização de conceitos científicos, o desenvolvimento do pensamento crítico e a aproximação entre teoria e prática, aspectos fundamentais tanto da ABP quanto da TASC.

Nesse panorama, os relatos dos estudantes G, H e J evidenciam que a apresentação da ABP articulada à abordagem CTSA contribuiu para o fortalecimento das dimensões prática e reflexiva da formação docente inicial. As falas indicam que essas propostas metodológicas são compreendidas como recursos capazes de ampliar o repertório pedagógico dos licenciandos, estimular uma postura crítica frente às escolhas didáticas e subsidiar a elaboração de práticas de ensino mais contextualizadas e dotadas de significado.

Tais percepções corroboram a relevância da intervenção pedagógica desenvolvida nesta dissertação, ao revelar seu potencial formativo para a constituição de professores de Química mais atentos às implicações pedagógicas, sociais e epistemológicas de sua atuação. Ao favorecer a articulação entre reflexão e prática, a ABP integrada à CTSA contribui para que o futuro docente passe a compreender o ensino como um processo em constante construção, marcado pela problematização, pela tomada de decisões fundamentadas e pela abertura à inovação pedagógica.

Essa compreensão dialoga com os pressupostos da formação inicial crítica, segundo os quais o desenvolvimento profissional docente está associado à vivência de processos formativos que promovem a reflexão orientada sobre a prática. Nesse sentido, pesquisas no campo da formação de professores de Química apontam que a análise sistemática das experiências educativas possibilita aos licenciandos revisitar e ressignificar suas concepções sobre ensino e aprendizagem ao longo do percurso formativo. A tese de Suart (2016), por exemplo, evidencia que a reflexão orientada constitui um elemento central para a consolidação de uma postura investigativa e crítica em relação à ação docente, reforçando a compreensão da docência como uma atividade complexa, dinâmica e em permanente reformulação.

É válido destacar, que apenas um participante (5,5%) posicionou-se de forma negativa, justificando sua intenção de atuar em instituições de perfil tecnocrata. Tal posicionamento evidencia a coexistência de distintas concepções pedagógicas entre os licenciandos, revelando que, mesmo diante de propostas formativas orientadas por metodologias ativas e abordagens críticas, ainda persistem visões alinhadas a modelos de ensino mais tradicionais, centrados na racionalidade técnica. Esse dado reforça a relevância de espaços formativos que promovam o debate crítico sobre diferentes perspectivas pedagógicas, especialmente no contexto da formação inicial de professores de Química.

Na quinta questão, os licenciandos apontaram os aspectos nos quais a ABP e a CTSA contribuíram para sua formação. As respostas evidenciaram o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia, da investigação, do trabalho em grupo e da argumentação científica. Alguns exemplos dessas percepções estão apresentados no Quadro 18.

Quadro 18: Exemplos de respostas dos licenciandos à Questão 5 do Questionário Avaliativo Final (QAF)

Questão 5: Em quais aspectos você considera que a ABP e a abordagem CTSA contribuíram para a sua formação?
Resposta estudante K: “Ambas expandiram minha visão de mundo sobre como trazer temas de forma interessante aos alunos.”
Resposta estudante L: “Me fez enxergar ao meu redor e perceber que além da ciência não se limitar à bancada, ela pode ser utilizada para melhorar o futuro.”
Resposta estudante M: “Para mim foi base de conhecimento e mudança de pensamento de prática docente.”

Fonte: Elaboração própria.

A análise das respostas à questão evidencia contribuições formativas distintas e complementares da ABP e da abordagem CTSA, que dialogam diretamente com os eixos centrais desta dissertação, especialmente no que se refere à aprendizagem significativa crítica, à formação docente reflexiva e à articulação entre ciência, sociedade e Educação Ambiental.

A fala do estudante K, ao afirmar que ambas as abordagens “*expandiram minha visão de mundo sobre como trazer temas de forma interessante aos alunos*”, revela uma ampliação do repertório pedagógico e didático. Esse posicionamento indica que a ABP e a CTSA foram compreendidas como estratégias capazes de ressignificar a forma de abordagem dos conteúdos de Química, rompendo com práticas expositivas tradicionais e favorecendo a contextualização. Tal percepção está alinhada à proposta da Aprendizagem Significativa Crítica, na medida em que o estudante reconhece a necessidade de considerar o interesse, o contexto e a realidade dos

alunos como elementos centrais do processo de ensino-aprendizagem, favorecendo maior engajamento e sentido aos conteúdos trabalhados.

O relato do estudante L destaca uma mudança de compreensão sobre a própria natureza da ciência, ao afirmar que passou a perceber que ela “*não se limita à bancada*” e que pode ser utilizada “para melhorar o futuro”. Essa fala evidencia uma aproximação clara com os pressupostos da abordagem CTSA, ao reconhecer a ciência como uma construção social, historicamente situada e diretamente relacionada aos desafios contemporâneos. Nesse sentido, a contribuição formativa não se restringe ao domínio conceitual, mas envolve uma compreensão ampliada do papel social da Química, reforçando a importância de um ensino comprometido com a transformação social, a sustentabilidade e a Educação Ambiental.

Já a resposta do estudante M, ao mencionar que a experiência representou uma “base de conhecimento e mudança de pensamento de prática docente”, aponta para um deslocamento mais profundo no modo de conceber o exercício da docência. Essa afirmação sugere que a vivência com a ABP e a CTSA não apenas acrescentou novos conhecimentos metodológicos, mas provocou uma revisão das concepções pedagógicas previamente consolidadas. Tal mudança é coerente com a perspectiva da TASC, que defende a aprendizagem como um processo de reconstrução crítica de significados, capaz de influenciar diretamente a postura do futuro professor diante do ensino, da aprendizagem e de sua responsabilidade social.

Em conjunto, essas falas indicam que a integração entre ABP e CTSA contribuiu para a formação dos licenciandos em múltiplas dimensões: didática, epistemológica e pedagógica. As respostas demonstram que os estudantes passaram a compreender o ensino de Química de forma mais contextualizada, crítica e socialmente comprometida, reforçando o potencial dessas abordagens para a formação inicial de professores capazes de articular conhecimento científico, realidade social e prática pedagógica reflexiva.

Na sexta questão, que investigou a intenção de utilização da ABP e da abordagem CTSA na futura prática docente, observou-se uma diversidade de posicionamentos entre os participantes. Um licenciando (5,5%) não respondeu à questão, enquanto outro (5,5%) afirmou que não utilizaria nenhuma das abordagens. Um participante (5,5%) indicou a necessidade de maior aprofundamento teórico e prático antes de adotá-las em sala de aula, evidenciando uma postura reflexiva quanto às exigências pedagógicas envolvidas em sua aplicação. Dois estudantes (11,1%) declararam que utilizariam uma das propostas, embora não tenham especificado qual delas.

Entre aqueles que apontaram escolhas mais definidas, um licenciando (5,5%) afirmou que utilizaria a abordagem CTSA, justificando sua opção pela “importância da contextualização

e da análise da realidade”, o que revela a compreensão da ciência como um conhecimento articulado às dimensões sociais, ambientais e tecnológicas. Quatro participantes (22,2%) indicaram que utilizariam a metodologia da ABP, destacando que essa proposta considera o método científico e apresenta significativa contribuição para o processo de ensino e aprendizagem, especialmente por favorecer a investigação, a autonomia e a construção ativa do conhecimento.

A maior parcela dos estudantes, correspondente a oito participantes (44,5%), afirmou que utilizaria tanto a ABP quanto a abordagem CTSA, por considerá-las complementares e relevantes para o engajamento dos alunos. Segundo esses licenciandos, a integração entre ambas contribui para uma melhor compreensão dos conteúdos de Química, além de favorecer a formação pessoal e profissional dos estudantes. Esse resultado evidencia que a vivência com as duas abordagens possibilitou aos participantes reconhecer seu potencial articulado para promover aprendizagens mais significativas, críticas e contextualizadas.

A sétima questão buscou verificar o interesse dos licenciandos em participar de novas atividades fundamentadas na metodologia da ABP e na abordagem CTSA. Os resultados indicaram que 12 participantes (66,7%) manifestaram interesse em continuar participando de propostas dessa natureza, enquanto 4 estudantes (22,2%) afirmaram que talvez participariam de novas atividades.

Esse resultado evidencia uma avaliação majoritariamente positiva da experiência formativa vivenciada ao longo da intervenção. O elevado percentual de respostas afirmativas sugere que a vivência com a ABP e a CTSA despertou nos licenciandos maior interesse por metodologias que rompem com práticas tradicionais de ensino, valorizando a participação ativa, a contextualização dos conteúdos e a problematização de situações reais. Já as respostas que indicam uma possível participação futura podem estar relacionadas a fatores como insegurança inicial na aplicação das metodologias, necessidade de maior aprofundamento ou reflexão sobre as condições concretas de implementação no contexto escolar.

De modo geral, os dados revelam que a intervenção contribuiu para ampliar a abertura dos licenciandos a experiências pedagógicas inovadoras, reforçando o potencial da ABP articulada à abordagem CTSA como estratégias formativas capazes de promover engajamento, reflexão crítica e interesse contínuo no processo de ensino-aprendizagem em Química.

Por fim, na oitava questão, os licenciandos foram convidados a refletir criticamente sobre as potencialidades e fragilidades da utilização da metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e da abordagem CTSA. Entre os aspectos positivos evidenciados nas respostas, destacaram-se a aprendizagem ativa, a contextualização dos conteúdos, o estímulo

ao pensamento crítico e o maior envolvimento dos estudantes com situações reais e socialmente relevantes. Esses elementos indicam que os licenciandos passaram a reconhecer essas propostas metodológicas como estratégias capazes de promover uma participação mais efetiva no processo de ensino-aprendizagem.

Essas percepções dialogam diretamente com os pressupostos da TASC, ao evidenciarem que a aprendizagem com significado está associada não apenas à organização cognitiva dos conteúdos, mas também às condições subjetivas e contextuais que envolvem o estudante. Conforme discutido por Santos (2008), a motivação, o interesse e a possibilidade de interação com diferentes contextos constituem condições essenciais para que o aprendizado se efetive de maneira significativa. Nesse sentido, ao destacar a aprendizagem ativa e o contato com problemas reais, os licenciandos reconhecem que a ABP e a CTSA favorecem justamente essas condições, ao mobilizarem o interesse e o engajamento dos estudantes.

Além disso, a valorização da contextualização dos conteúdos e da articulação com situações socialmente relevantes reforça a importância de partir dos conhecimentos prévios e das experiências cotidianas dos estudantes. Conforme aponta dos Santos (2024), a aprendizagem significativa se consolida quando o ensino estabelece pontes entre o que o estudante já sabe e aquilo que precisa aprender, criando oportunidades para a ressignificação dos conceitos científicos. A ABP, articulada à abordagem CTSA, ao propor a investigação de problemas concretos e contextualizados, favorece esse movimento de ancoragem cognitiva, permitindo que os conteúdos de Química sejam compreendidos para além de uma dimensão meramente abstrata.

No que se refere às fragilidades, os participantes apontaram principalmente o tempo demandado para o planejamento e a execução das atividades, a necessidade de maior domínio teórico-metodológico por parte do professor e as limitações estruturais presentes em muitos contextos escolares. Tais apontamentos revelam uma compreensão realista sobre os desafios da implementação dessas abordagens na educação básica, indicando que os licenciandos não as percebem de forma idealizada, mas reconhecem as condições objetivas que atravessam a prática docente.

Essas considerações evidenciam maturidade na análise da aplicabilidade pedagógica da ABP e da CTSA, ao mesmo tempo em que reforçam a importância de uma formação inicial que articule teoria e prática. Nesse sentido, torna-se fundamental que os cursos de Licenciatura em Química ofereçam espaços formativos que possibilitem não apenas o conhecimento conceitual dessas abordagens, mas também a vivência, a reflexão crítica e a discussão sobre estratégias

para sua adaptação às diferentes realidades escolares, contribuindo para a formação de professores mais críticos, autônomos e conscientes de seu papel social.

Em síntese, os resultados do QAF, aliados aos relatos dos licenciandos, evidenciam que a intervenção promoveu avanços significativos na compreensão, valorização e disposição para o uso da ABP e da CTSA. A análise comparativa com o questionário inicial indica uma transformação relevante na forma como os estudantes compreendem o ensino de Química e o papel do professor, apontando que a experiência vivenciada favoreceu a aprendizagem significativa crítica e contribuiu para a formação de futuros docentes mais críticos, reflexivos e socialmente engajados.

A análise comparativa entre os dados obtidos no QAI e no QAF permite evidenciar mudanças significativas nas concepções, percepções e atitudes dos licenciandos em relação à ABP e à abordagem CTSA ao longo da intervenção pedagógica.

No QAI, observou-se que a maioria dos estudantes apresentava baixo ou inexistente conhecimento formal sobre a ABP e a CTSA, bem como dificuldade em identificar essas abordagens no contexto do curso de licenciatura. As respostas indicavam contato pontual, superficial e, em muitos casos, restrito ao reconhecimento de termos ou siglas, evidenciando lacunas na formação inicial docente quanto à compreensão teórica e metodológica dessas propostas.

Em contraste, os dados do QAF revelam uma ampliação significativa da compreensão conceitual e pedagógica dos licenciandos. As respostas passaram a destacar elementos centrais da ABP e da CTSA, como a contextualização dos conteúdos, a articulação entre teoria e prática, o trabalho com problemas reais, o protagonismo discente e o estímulo ao pensamento crítico. Os relatos dos estudantes evidenciam que essas abordagens deixaram de ser percebidas apenas como propostas abstratas, passando a ser compreendidas como estratégias concretas e aplicáveis à prática docente em Química.

Essa mudança é particularmente evidente quando se comparam as percepções sobre a relevância pedagógica das abordagens. Enquanto no QAI os estudantes reconheciam a possível importância da ABP e da CTSA, ainda que declarassem desconhecimento sobre seus fundamentos, no QAF as respostas indicam uma valorização mais consciente e fundamentada, associada às experiências vivenciadas durante a sequência didática. Tal deslocamento sugere um processo de ressignificação conceitual, coerente com os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica, segundo a qual a aprendizagem se consolida quando novos conhecimentos são construídos a partir de experiências relevantes, contextualizadas e reflexivas.

Além disso, a comparação entre os questionários evidencia mudanças atitudinais importantes. No QAI, embora alguns estudantes demonstrassem abertura para metodologias ativas, havia insegurança quanto ao trabalho em grupo, à resolução de problemas e à própria capacidade de atuar de forma investigativa. Já no QAF, os licenciandos passaram a reconhecer essas práticas como elementos constitutivos do processo de aprendizagem, destacando o papel da colaboração, da reflexão crítica e da autonomia na construção do conhecimento.

De modo geral, a análise comparativa entre o QAI e o QAF indica que a intervenção pedagógica contribuiu para transformações qualitativas nas concepções dos licenciandos, favorecendo uma compreensão mais crítica, contextualizada e reflexiva do ensino de Química. Esses resultados reforçam a pertinência da articulação entre ABP, CTSA e TASC na formação inicial docente, ao evidenciar seu potencial para promover aprendizagens significativas e para ampliar o repertório pedagógico dos futuros professores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS: REFLEXÕES E NOVOS HORIZONTES

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições da ABP, articulada à abordagem CTSA, para o desenvolvimento do PC na formação inicial de professores de Química. A implementação de uma SD fundamentada nesses referenciais possibilitou investigar não apenas a aprendizagem conceitual dos licenciandos, mas, sobretudo, suas formas de interpretar, problematizar e posicionar-se diante de questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais presentes em contextos reais.

Os resultados evidenciam que a ABP, quando desenvolvida de maneira intencional e integrada à abordagem CTSA, favorece aprendizagens mais contextualizadas, participativas e reflexivas. Os dados provenientes dos questionários inicial e final, das produções dos projetos, das rubricas analíticas e dos registros em diário de bordo, indicam avanços no domínio conceitual, na contextualização dos conteúdos químicos e no reconhecimento das implicações sociais e ambientais dos problemas investigados. Destaca-se, ainda, o maior protagonismo dos licenciandos e o engajamento nas atividades, especialmente nas etapas de problematização e construção dos projetos.

No que concerne ao desenvolvimento do PC observaram-se indícios consistentes de avanço, particularmente na capacidade de analisar situações reais, identificar impactos e propor encaminhamentos fundamentados. Contudo, tais avanços não se manifestaram de forma homogênea entre os licenciandos. Em alguns casos, as análises permaneceram em um nível descritivo, com fragilidades na articulação entre conceitos científicos e argumentos críticos mais elaborados, o que evidencia que o PC não se consolida de maneira imediata, exigindo experiências formativas contínuas e mediação pedagógica sistemática.

Esses resultados dialogam com os pressupostos da TASC, ao indicar que a construção de sentidos e a problematização da realidade dependem de tempo, de situações de aprendizagem intencionalmente planejadas e de oportunidades para o questionamento e a reflexão. Embora a SD tenha criado condições favoráveis a esse processo, nem todos os licenciandos conseguiram romper plenamente com concepções tradicionais de ensino, revelando limites ainda presentes na formação inicial de professores de Química.

Como perspectivas futuras, aponta-se a relevância de ampliar a duração e o escopo de intervenções dessa natureza, possibilitando acompanhar o desenvolvimento do PC ao longo de períodos formativos mais extensos. Como perspectivas futuras, destaca-se a necessidade de investigações que ampliem o tempo de desenvolvimento da ABP, possibilitando sua implementação ao longo de um semestre letivo, o que pode favorecer o amadurecimento das

análises críticas, da argumentação científica e da tomada de decisão dos licenciandos. Estudos futuros podem ainda investigar a aplicação da ABP integrada à abordagem CTSA em diferentes disciplinas do curso de Licenciatura em Química, bem como em outros contextos de formação docente, de modo a comparar resultados, identificar regularidades e aprofundar a compreensão sobre suas potencialidades e limites.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2024
- ADAMS, F. W.; NUNES, S. M. T. A vivência da abordagem de ensino CTS na formação inicial de professores de química. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 19, n. 55, p. 41-57, 2023.
- ADAMS, F. W.; SIQUEIRA, R. M.; DE MORADILLO, E. F. Base Nacional Comum Curricular na Formação Inicial de Professores de Química: o que pensam os licenciandos. *Olhar de Professor*, v. 25, p. 1-26, 2022.
- ALVES, Leonardo Alcântara; COSTA NETO, Antônio. *A formação inicial de professores de química na educação CTS: um estado do conhecimento*. *Revista Contexto & Educação*, v. 40, n. 122, e16075, 2025.
- ARAÚJO, L. B.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como estruturantes de currículos: algumas potencialidades. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 1, p. 51–69, 21 maio, 2018.
- ARAÚJO, M. S.; SANTOS, W. L. P. Metodologias ativas na formação inicial de professores de Química: contribuições para o desenvolvimento do pensamento crítico. *Química Nova na Escola*, v. 44, n. 2, p. 165–174, 2022.
- AUSUBEL, David Paul, NOVAK Joseph Donald, HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 2. ed. Trad. Eva Nick, Heliana de B. C. Rodrigues, Luciana Peotta, Maria A. Fontes, Maria da Glória R. Maron. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa/Portugal: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, David Paul. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968. AUSUBEL, David Paul. *The Acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARDIN, L. *Organização da análise. Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições, v. 70, p. 229, 2011.
- BENDER, W. N. *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso, 2014.

BENDER, W. N. Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2015.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

CARNEIRO, Caroline Chitolina de Campos et al. Convergências entre a educação CTS e a teoria da aprendizagem significativa crítica de Marco Antonio Moreira. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, v. 23, n. 2, p. e8885-e8885, 2025.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. 10.^a ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, F. L.; SANTOS, F. S.; LOBINO, M. G. F. Superação de dilemas na formação de professores e a inclusão da abordagem CTS/CTSA: um caminho a ser construído. *CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES*, v. 16, n. 10, p. 22072-22094, 2023.

CARVALHO, I. C. de. M. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2017.

CHRISPINO, A. Introdução aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – na Educação e no Ensino. 1 ed. Madrid - Espanha: OEI - Organização dos estados Iberoamericanos, v. 1, 2017, 181 p.

CHIRONE, A. R. da R. Unidades De Ensino Potencialmente Significativas para o ensino e a aprendizagem de sistemas de equações do 1º grau fundamentada na Teoria De Aprendizagem Significativa Crítica. Tese de Doutorado. UNIVERSIDADE DE BURGOS. Programa Internacional de Doutorado em Educação - Departamento de Didáticas Específicas. Burgos, 2022.

COSTA BEBER, Silvia Zamberlan. Aprendizagem significativa, Mapas Conceituais e Saberes Populares: referencial teórico e metodológico para o ensino de conceitos químicos. 2018. 391 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências Química da vida e da saúde)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

DA SILVA BICALHO, F.; DE SOUZA FARIAS, L. K.; ARRAIS, T. N. B. Alfabetização Científica e Ambiental: Práticas Educativas para os Desafios Contemporâneos. *Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino*, v. 1, n. 21, 2024.

DE PAULA, H. M. R.; MOREIRA, E. C. A concepção de educação e escola de William Kilpatrick e Rudolf Steiner e suas contribuições para a educação contemporânea. *Revista Prática Docente*, v. 6, n. 1, p. e008-e008, 2021.

- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.
- DEWEY, J. Experiência e Educação. Tradução de Anísio Teixeira. 3ª ed., 1979. Editora nacional, Brasil, 1979.
- DEWEY, John. *Democracy and education: an introduction to the philosophy of education*. New York: Macmillan, 1916.
- DEWEY, John. *How we think*. Boston: D. C. Heath and Company, 1933.
- DOS SANTOS, Júlio César Furtado. **Aprendizagem significativa: modalidades de aprendizagem eo papel do professor**. Mediação, 2008.
- DOS SANTOS, Vandrezza Souza; RIZZATTI, Ivanise Maria. A Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica no ensino da Química: Uma proposta educativa sobre biomoléculas. Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online), v. 16, n. 1, p. 4-21, 2024.
- ENNIS, R. H. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: BARON, J. B.; STERNBER, R. J. (Ed.). *Teaching thinking Skills: Theory and practice*. Nova Iorque: W. H. Freeman and Company, 1987.
- ENNIS, Robert H. Critical thinking: A streamlined conception. *Teaching Philosophy*, v. 14, n. 1, p. 5–24, 1991.
- ENNIS, Robert H. Critical thinking: Reflection and perspective – Part I. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, v. 26, n. 1, p. 4–18, 2011.
- ENNIS, Robert H. The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities. Indianapolis: Indiana University, 1985.
- FERNANDES, Domingos. *A avaliação das aprendizagens: da teoria à prática*. Porto: Porto Editora, 2009.
- FREIRE, L. I. F. Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química. 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação científica e tecnológica) — Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.
- FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GARCIA ALVES ZAGO, Karina; ROCCO DE SENA, Denise; SANTOS DE MEDEIROS GARCIA, Ana Raquel. Aprendizagem baseada em projetos (ABP) em energias renováveis: ensino de Química ativo e contextualizado. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 305–317, 2024.

- GONÇALVES, Cíntia Regina; GOMES, Maria de Lourdes. Aprendizagem baseada em projetos na formação inicial de professores de Química: potencialidades e desafios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 21, n. 1, p. 105–123, 2022.
- GUEDES, G. T. C.; VALLE, D. A.; CHAVES, T. V. Possibilidade e perspectivas para o desenvolvimento do enfoque CTSA pelo PIBID no ensino da física na educação básica. Anais... Congresso Internacional de Educação Popular. Instituto Federal de Farroupilha – Santa Maria, 2016.
- HALPERN, D. F. Thought and knowledge: An introduction to critical thinking. 3. ed. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1996.
- HERNÁNDEZ, F. Transgressão e mudança na educação – os projetos de trabalho. Porto Alegre, ArtMed, 1998. KILPATRICK, William H. Educação para uma civilização em mudança. 11. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.
- LIDOINO, A. C. P.; DE ARRUDA REIS, G.; DA SILVA PINTO, N. F. A escola e suas contribuições no processo da alfabetização científica e tecnológica. *Pesquisa e Debate em Educação*, v. 12, n. 1, p. 1-e33233, 2022.
- LIECHESKI, Adriane. Integração entre a aprendizagem baseada em projetos e o ensino de química: uma proposta para construção da consciência ambiental. 2019. Dissertação (Mestrado em Química em Rede Nacional) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 2ª edição. Rio de Janeiro: E.P.U., 2014.
- MAGALHÃES, S. I. R.; TENREIRO-VIEIRA, C. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico: um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*. Braga: Portugal, v. 19, n. 2, pp. 85 – 110, 2006.
- MAGRIN, C. P.; ZANOTTO, C.; FIORESI, C. A. Educação Ambiental no ensino de Química: o lixo eletrônico como abordagem temática. *Educação Química em Punto de Vista*, v. 4, n. 1, 2020.
- MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. *ACTIO: Docência em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 193, 31 out. 2017.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011.
- MOREIRA, M. A. Teoria da aprendizagem significativa: subsídios teóricos para o professor pesquisador. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2017.

- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcrit.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2026.
- MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa crítica. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011a.
- MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa: a teoria e os textos complementares. 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011b.
- MOREIRA, Marco Antonio. Ensino e aprendizagem significativa. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017
- MOREIRA, Marco Antônio. Teoria da aprendizagem significativa: subsídios teóricos para o professor pesquisador. 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2017.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os Três Momentos Pedagógicos Na Edição De Livros Para Professores. v. 1, n. 1, p. 14, 2011.
- MÜNCHEN, S.; ADAIME, M. B. Abordagem CTS na formação inicial de professores de Química: uma análise de sequências didáticas. Revista Debates em Ensino de Química, v. 7, n. 1, p. 134-150, 2021.
- NASCIMENTO FILHO, V. T. A formação continuada utilizando o descarte de resíduos sólidos domésticos para a educação CTSA: um estudo de caso com professores de ciências 94 dos anos finais no município de Itapipoca-Ceará. 2022. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- NUNEZ, A. O.; DANTAS, J. M.; LEITE, R. F. Índícios de alfabetização científica e tecnológica em cursos de formação inicial de professores de química: análise dos projetos pedagógicos. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, p. 432-437, 2021.
- OLIVEIRA, Maria das Graças et al. Aprendizagem Baseada em Projetos no ensino de Química: contribuições e desafios na formação docente. Química Nova na Escola, v. 44, n. 2, p. 185–194, 2022.
- OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de; KIOURANIS, Neide Maria Michellan. A abordagem CTS/CTSA na formação inicial de professores de Química: desafios e possibilidades. Química Nova na Escola, v. 43, n. 3, p. 252–260, 2021.

OLIVEIRA, Rosilene dos Santos; KIOURANIS, Neide Maria Michellan. *Enfoque CTSA e formação inicial de professores: um olhar para o projeto pedagógico dos cursos de licenciatura em Química das instituições públicas de ensino superior do Paraná*. Revista Valore, v. 6, p. 1636–1650, 2021.

PAULA, H. M. R.; MOREIRA, E. C. A concepção de educação e escola de William Kilpatrick e Rudolf Steiner e suas contribuições para a educação contemporânea. Revista Prática Docente, v. 6, n. 1, e 008, 2021.

PEREIRA, J. G. N.; DE SOUZA, C. B. A.; DE GOES SAMPAIO, C. Biodiesel e Educação Ambiental no Ensino de Química: Uma abordagem CTSA aplicada no curso técnico em Química do IFCE–Campus Maracanaú. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 14, n. 5, p. 1-16, 2023.

PEREIRA, João Guilherme Nunes. *O estudo de soluções químicas pela abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS): uma proposta interdisciplinar de ensino para o 2º ano do ensino médio*. 2023. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, Fortaleza, 2023.

PONDÉ, Gislaíne Lisboa. A metodologia de projetos do Programa a União Faz a Vida na educação física: possibilidades de uma prática pedagógica. 2019. 219f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2019.

QUEIROZ, I. R. L.; MASENA, E. P. Contribuições da formação inicial de professores de Química para a compreensão de currículo por licenciandos. Educação Química em Ponto de Vista, v. 6, 2022.

QUEIROZ, I. R. L.; MASSENA, E. P. Reflexões Acerca de Compreensões de Currículo de Professores em Exercício. Contexto & Educação, ano 31, n. 98, p. 178-202, 2016.

RAMSEY, J. (1993). The science education reform movement: implications for social responsibility. Science Education, v. 77, n. 2, p.235-258.

REIS, P. Promoting Students' Collective Socio-scientific Activism: Teachers' Perspectives. In: BENCZE, Larry; ALSOP, Steve (Eds.). Activist Science and Technology Education. Dordrecht: Springer, 2014.

ROCHA, A. L. A. D. A promoção das competências do pensamento crítico nos adultos, através da formação em e-learning. Lisboa, 143f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Educação). Universidade de Lisboa, Instituto de Educação. 2011.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37–50, 2006.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; DEL PINO, J. C. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): perspectivas teóricas sobre educação científica e desenvolvimento na América Latina. #Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia, Canoas, v.6, n.2, p. 1-21, 2017.

SANTIAGO, O. P. Perspectivas da abordagem ciência, tecnologia e sociedade e suas relações com as capacidades de pensamento crítico. 2018.

SANTOS, W. L. P.; Mortimer, E. F. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.02, n. 02.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem CTS no ensino de Ciências: fundamentos e perspectivas. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 1, p. 1–20, 2009.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em química: compromisso com a cidadania. 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Abordagem CTS no ensino de Ciências: fundamentos e perspectivas. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 15, n. 1, p. 1–20, 2009.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 1061-1085, 2018.

SILVA, A. T. Casos investigativos como uma metodologia para a mobilização do pensamento crítico no ensino de Química: uma análise sob a perspectiva da pesquisa de desenvolvimento. 2022.

SILVA, Aline Santos; VENTURI, Tiago. Metodologias ativas na formação inicial de professores de Química: limites e possibilidades. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 23, e29073, 2021.

SILVA, Caio Rômulo Freitas. *Abordagem CTSA no ensino de química ambiental: um estudo contextualizado sobre metais tóxicos*. 2021. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Fortaleza, 2021.

SILVA, R. B. C. Três momentos pedagógicos no ensino de química: um relato da utilização do tema agrotóxicos através da abordagem temática com enfoque CTS. 2020.

- SILVA, R. B. C. Três momentos pedagógicos no ensino de química: um relato da utilização do tema agrotóxicos através da abordagem temática com enfoque CTS. 2020.
- SOUZA, M. A. Educação do campo, desigualdades sociais e educacionais. *Educação & Sociedade*, Campinas, v.3, n.120, p. 745-163, jul./set. 2012.
- STRIEDER, R. B. Abordagem CTS na educação científica: sentidos e perspectivas no ensino de Ciências. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SUART, Rita de Cássia. 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, São Paulo, 2016.
- SUKACKÈ, V.; GUERRA, A. O. P. d. C.; ELLINGER, D.; CARLOS, V.; PETRONIENÈ, S.; GAIŽIŪNIENÈ, L.; BLANCH, S.; MARBÀ-TALLADA, A.; BROSE, A. *Towards Active Evidence-Based Learning in Engineering Education: A Systematic Literature Review of PBL, PjBL, and CBL. Sustainability*, v. 14, n. 21, p. 13955, 2022.
- TEIXEIRA, Elizabeth; VIEIRA, Rui Manuel. *Pensamento crítico e educação científica*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014.
- THOMAS, John W. *A review of research on project-based learning*. San Rafael, CA: Autodesk Foundation, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. **Projeto Pedagógico do Curso de Química – Licenciatura (Noturno)**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2023.
- VALADARES, J. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review* – V1(1), pp. 36 57, 2011.
- VIEIRA, M. A.; CORTES, M.; MOTA, R. S. PROJETOS NO MUNDO PÓS-PANDEMIA SERÃO NECESSÁRIOS? Revisitando conceitos e concepções existentes no campo educacional. *Revista Encantar*, v. 2, p. 01-15, 2020.
- VIEIRA, R. M. Didática das ciências para o ensino básico. *Faro: Sílabas e Desafios*, p. 161-172, 2018.
- VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Estratégias de ensino/aprendizagem: O questionamento promotor do pensamento crítico. Lisboa: Editorial do Instituto Piaget, 2005.
- VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Investigação sobre o pensamento crítico na educação: contributos para a didática das ciências. In: VIEIRA, R. M. et al. *Pensamento Crítico na Educação: perspectivas atuais no panorama internacional*. Aveiro: UA Editora, 2014. p. 41-55.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. *Enfoque competencial del currículo: propuestas para su desarrollo en el aula*. Barcelona: Graó, 2010.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: A Utilização da ABP como uma Alternativa para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico na Formação Inicial de Professores de Química

Nome do(s) responsável(is): Rafaelly Nascimento Araújo (Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática) e Prof(a). Dr(a). Caroline de Goes Sampaio (Orientadora)

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A formação de professores de Química apresenta desafios relacionados ao desenvolvimento do pensamento crítico e científico, elementos essenciais para uma prática pedagógica eficaz. Este projeto justifica-se pela necessidade de implementação de metodologias ativas, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), aliadas à abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Essas metodologias, aplicadas no contexto da Educação Ambiental, visam capacitar futuros professores para desenvolver práticas docentes mais críticas e reflexivas, contribuindo para a formação de educadores mais preparados para os desafios contemporâneos.

De modo, que o objetivo desta pesquisa é promover o desenvolvimento do pensamento crítico e a alfabetização científica dos futuros professores de Química, por meio de uma sequência didática que integra as metodologias ABP e CTSA, com a Educação Ambiental como tema central.

A fim de atender ao objetivo geral acima mencionado, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Promover uma discussão problematizadora a respeito dos problemas ambientais recorrentes na cidade de Fortaleza-CE fazendo inter-relação com a Química;
- Abordar os impactos da ciência e da tecnologia no meio social e ambiental por meio da perspectiva CTSA;
- Trabalhar a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos com os licenciandos, a fim de capacitá-los a utilizarem;
- Estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e científico por meio da elaboração dos projetos;
- Promover o trabalho em equipe e cooperativo entre os licenciandos;
- Avaliar os impactos da sequência didática na formação inicial.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado(a) a participar de um estudo que envolve a aplicação de uma sequência didática voltada para o desenvolvimento do pensamento

crítico e da alfabetização científica. A pesquisa será realizada ao longo de oito encontros. Durante os encontros, você participará das seguintes atividades:

- Preenchimento de dois questionários (um inicial e um final) sobre os seus conhecimentos e percepções sobre a abordagem CTSA e a metodologia ABP.
- Discussões em grupo sobre questões ambientais relevantes da cidade de Fortaleza-CE.
- Imersão a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e a metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).
- Desenvolvimento de um projeto em equipe, focando em uma problemática ambiental local, propondo possíveis soluções para o problema utilizando dos saberes científicos.
- Apresentação dos projetos desenvolvidos ao final do estudo.

Essas atividades ocorrerão durante o período regular da disciplina de Prática de Ensino em Química, portanto, não haverá necessidade de deslocamento adicional. As respostas fornecidas nos questionários serão anônimas e as informações coletadas serão mantidas em sigilo.

Desconfortos e riscos:

Você **não** deve participar deste estudo se sentir algum desconforto em sala de aula ao ser solicitado o preenchimento de questionários, a elaboração de um projeto em grupo e a participar de discussões ao longo dos encontros.

Ao participar da pesquisa, os sujeitos podem estar expostos aos seguintes desconfortos e riscos:

- Cansaço físico e/ou mental ao responder os questionários aplicados durante a sequência didática, caso haja muitas perguntas ou o tema seja complexo.
- Aborrecimento ou desconforto ao participar de discussões sobre temas ambientais que envolvem questões sensíveis ou de grande impacto, como desastres ambientais.
- Constrangimento por não conseguir responder algumas perguntas nos questionários ou não se sentir à vontade com a temática abordada.
- Dificuldades técnicas ao participar das atividades em grupo, como problemas com a pesquisa ou com a construção dos projetos, especialmente se houver falta de clareza nas instruções.
- Receio quanto à privacidade dos dados fornecidos nos questionários ou nas apresentações, mesmo que as respostas sejam anônimas.

Medidas para mitigar os riscos:

- Tempo suficiente para preenchimento dos questionários, com a opção de pausas, caso os participantes precisem de mais tempo.
- Questionários com linguagem simples e objetiva, para evitar confusões ou dificuldades de interpretação.
- Garantia de anonimato nas respostas, sem pressão sobre os participantes para responderem de maneira imediata ou completa.
- Suporte e orientação técnica durante o desenvolvimento dos projetos e nas atividades em grupo, para ajudar a esclarecer dúvidas ou dificuldades técnicas.
- Respeito à privacidade dos participantes, com transparência sobre o uso dos dados coletados, que serão utilizados apenas para fins de pesquisa e mantidos em sigilo.

Essas medidas visam garantir que os participantes se sintam confortáveis durante todo o processo da pesquisa, minimizando possíveis desconfortos ou riscos.

Benefícios:

Ao participar deste estudo, o licenciando poderá desenvolver habilidades inerentes ao pensamento crítico, habilidades sociais, de trabalho em grupo e adquirir conhecimento sobre a abordagem CTSA e a metodologia ABP, que são ferramentas valiosas para sua formação como professor de Química. Além disso, o estudo contribui para a pesquisa acadêmica na área da formação de professores e metodologias de ensino inovadoras. A aplicação dos conhecimentos adquiridos poderá beneficiar tanto o participante quanto seus futuros alunos, ao capacitar os professores em formação para lidar com questões ambientais de maneira crítica e científica.

Acompanhamento e assistência:

Os participantes da pesquisa contarão com acompanhamento pedagógico constante, garantindo que estejam aprendendo de forma eficaz e recebam feedback contínuo sobre o desenvolvimento dos projetos e sua participação nas atividades. Além disso, será oferecido suporte técnico durante a execução dos projetos, assegurando que quaisquer dificuldades sejam prontamente resolvidas. É válido destacar que a privacidade e a segurança dos dados serão garantidas, com todas as informações fornecidas mantidas em sigilo e utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa. Ademais, haverá total transparência sobre os objetivos da pesquisa e os direitos dos participantes, proporcionando uma experiência ética e segura ao longo de todo o processo.

Sigilo e privacidade:

Ao participar desta pesquisa garantimos que a sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Sua identidade será mantida em sigilo absoluto durante todas as etapas da pesquisa. Todas as informações coletadas, como suas respostas nos questionários e o conteúdo dos projetos desenvolvidos, serão tratadas de forma confidencial. Na divulgação dos resultados da pesquisa, seu nome ou qualquer outra informação que possa identificá-lo(a) não será mencionado(a), garantindo sua privacidade. É importante ressaltar, que os dados coletados, ao final da pesquisa, após análise dos resultados, escrita da dissertação e publicação de artigos, serão armazenados em ambiente seguro, onde ficarão de posse dos pesquisadores por um período máximo de 6 anos (72 meses), para garantir a manutenção dos dados coletados.

Ressarcimento e indenização:

Não haverá custos diretos associados à sua participação neste estudo, e você não terá despesas adicionais decorrentes de sua participação. Caso ocorram situações imprevistas que resultem em algum dano durante a execução do estudo, você terá direito à indenização, conforme previsto em lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Rafaelly Nascimento Araújo e Caroline de Goes Sampaio, Av. Treze de Maio, 2081 - Benfica, Fortaleza - CE, 60040-531, Coordenação do Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM), fone (85)99243-6363 e e-mail: rafaelly.araujo08@aluno.ifce.edu.br ou carolinesampaio@ifce.edu.br.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

do IFCE das 08:00hs às 12:00hs e das 13:00hs às 17:00hs (segunda à sexta-feira). no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 – Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br ou no endereço do CEP da Universidade Federal do Ceará (UFC), localizado na Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo - Fortaleza – CE. E-mail: comepe@ufc.br e telefone: (85) 3366-8346 das 08h às 12h (segunda à sexta-feira).

A presente pesquisa foi analisada pelo CEP das duas instituições mencionadas acima.

Atribuições do Comitê de ética e pesquisa (CEP):

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é uma instituição essencial no campo da pesquisa científica e médica. Formado por um grupo multidisciplinar de profissionais, como médicos, professores, cientistas e representantes da comunidade, o CEP é responsável por revisar e avaliar a ética dos projetos de pesquisa que envolvem seres humanos. Seu principal objetivo é proteger os direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes, assegurando que as pesquisas sejam conduzidas em conformidade com princípios éticos e legais. Para cumprir esse papel, o CEP analisa minuciosamente as propostas de pesquisa, verificando se os protocolos seguem as diretrizes éticas, se os riscos são justificados e minimizados, e se o consentimento informado dos participantes foi devidamente obtido. Além disso, o CEP realiza monitoramentos regulares das pesquisas aprovadas, garantindo que as atividades em andamento continuem respeitando as normas éticas. A existência do Comitê de Ética em Pesquisa é fundamental para manter a integridade científica e a confiança pública, assegurando que os avanços científicos ocorram de maneira ética e responsável.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

e-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da Resolução 466/2012 CNS/MS, Resolução CNS 510/2016 e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguo, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

ANEXO B - QUESTIONÁRIO AVALIATIVO INICIAL

Olá, Caro(a) estudante!

Estamos interessados em entender o seu conhecimento sobre a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e a metodologia Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), para que nossa experiência seja a mais enriquecedora possível. A seguir, serão apresentadas algumas questões para verificarmos sua opinião inicial sobre essas abordagens, e contamos com sua colaboração!

É importante pontuar que a sua participação é voluntária e suas respostas são anônimas, serão utilizadas apenas para fins de pesquisa. Este questionário levará cerca de 5 a 10 minutos para ser concluído e não apresenta riscos aos participantes. Caso sinta qualquer desconforto ao responder, você pode pausar ou parar a qualquer momento.

1. Você conhece a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)? Se sim, qual o seu nível de conhecimento sobre o assunto e de que maneira teve o primeiro contato com essa abordagem?

2. Você considera que dentro do curso de licenciatura é realizada, mesmo que de maneira indireta, o uso da abordagem CTSA? Justifique sua resposta.

3. O que você entende por Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)? Considere: 1- Nunca ouvi falar, 2- Já ouvi falar, mas não entendo muito bem, 3- Entendo um pouco, 4- Entendo bem e 5- Entendo muito bem.

				
1	2	3	4	5

4. Você já participou de alguma atividade que utilizava a ABP? Se sim, descreva brevemente sua experiência. Se não, o que você espera aprender com esse tipo de metodologia?

5. Em uma escala de 1 a 5, quanto você julga importante a utilização da abordagem CTSA e da metodologia da ABP, na prática docente? Considere: 1- Não é importante, 2- Pouso

importante, 3-Talvez apresente importância, mas não tenho conhecimento, 4- É importante, 5- É muito importante.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐
 1 2 3 4 5

6. Você gosta de trabalhar em grupo?

7. Como você avalia sua habilidade em trabalhar em equipe? Considere 1- Muito fraca, 2- Fraca, 3- Regular, 4- Boa e 5- Ótima.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐
 1 2 3 4 5

8. Você tem facilidade em identificar problemas e buscar soluções para eles? Considere 1- Nunca, 2- Raramente, 3- Às vezes, 4- Frequentemente e 5- Sempre.

☐ ☐ ☐ ☐ ☐
 1 2 3 4 5

ANEXO C – TEXTOS PARA ATIVIDADE DE ABP E CTSA

Texto 1: Inovando com Materiais Biodegradáveis

Introdução: O descarte inadequado de plásticos descartáveis representa um desafio ambiental crescente, com impactos significativos na biodiversidade e na qualidade dos ecossistemas. Os resíduos plásticos, que podem levar centenas de anos para se decompor, são responsáveis por uma vasta contaminação de oceanos, rios e solos, afetando diretamente a fauna e a flora. Além disso, o aumento do consumo de plásticos descartáveis intensifica a geração de resíduos sólidos, demandando soluções urgentes e sustentáveis. Nesse contexto, estudantes do Ensino Médio de uma escola pública localizada em uma área urbana foram desafiados a desenvolver projetos que propusessem alternativas biodegradáveis para substituir plásticos convencionais, integrando conhecimentos científicos e práticos na busca por inovações ambientais.

Metodologia: A intervenção foi realizada por meio de quatro encontros, com carga horária de 2 horas/aula cada. O primeiro encontro foi iniciado com a apresentação, pelo professor, de uma notícia sobre a contaminação dos oceanos pelo descarte inadequado de plásticos, destacando como essa problemática tem afetado o ecossistema marinho. A partir dessa problematização, foram feitos os seguintes questionamentos para estimular a reflexão dos estudantes:

- Como reduzir o impacto ambiental dos plásticos descartáveis?
- Quais alternativas podem substituir o uso de plásticos descartáveis de forma sustentável?

Com base nas discussões iniciais, os estudantes foram desafiados a desenvolver projetos explorando a temática, trazendo possíveis soluções baseadas no uso de materiais biodegradáveis, como o amido de mandioca, de modo que os alunos foram divididos em grupos para realizarem o desenvolvimento dos projetos.

O segundo encontro foi destinado ao planejamento, onde cada grupo elaborou um cronograma de execução com as etapas da pesquisa, incluindo:

- Revisão bibliográfica sobre plásticos biodegradáveis e suas aplicações.
- Planejamento detalhado para o desenvolvimento de protótipos em laboratório.
- Definição de métodos para testar a biodegradação em diferentes condições de solo.

No terceiro encontro, os estudantes foram ao laboratório para desenvolver seus protótipos, utilizando amido de mandioca, água e glicerina. Durante a atividade prática, registraram observações sobre a textura, elasticidade e durabilidade do material produzido. Em seguida, realizaram testes de biodegradação em solo úmido, acompanhando semanalmente as alterações nas propriedades dos bioplásticos. Os resultados foram documentados em relatórios detalhados.

Na etapa final, cada grupo preparou uma apresentação pública para a comunidade escolar, onde expuseram seus protótipos, destacando os benefícios ambientais e econômicos das soluções

propostas. As apresentações incluíram demonstrações práticas, dados sobre biodegradação e sugestões para a aplicação dos bioplásticos em embalagens e utensílios descartáveis.

Resultados: Os grupos produziram protótipos de bioplásticos que apresentaram propriedades promissoras, como boa elasticidade e resistência moderada. Durante os testes, os bioplásticos demonstraram rápida biodegradação em condições de solo úmido, com decomposição significativa observada em menos de 30 dias. Além disso, as análises dos estudantes indicaram que o custo de produção do bioplástico à base de amido de mandioca era competitivo em relação aos plásticos convencionais. A apresentação final gerou grande engajamento da comunidade escolar, que reconheceu o potencial das soluções propostas para reduzir a dependência de plásticos descartáveis. Os estudantes destacaram a relevância do uso de materiais renováveis e biodegradáveis como uma alternativa viável para mitigar os impactos ambientais causados pelos resíduos plásticos. Além disso, o projeto fomentou o desenvolvimento de habilidades científicas e colaborativas, estimulando o pensamento crítico e a criatividade dos participantes.

Quais metodologias e/ou abordagens podem ser identificadas no texto? Aponte as características que sustentam sua análise.

Texto 2: Como Tratar o Desperdício de Água

Introdução: O desperdício de água é um problema recorrente em diversas instituições, afetando diretamente a sustentabilidade hídrica e os custos operacionais. Em uma escola pública localizada em uma região semiárida, a gestão inadequada do uso da água foi identificada como uma questão crítica. Com base nesse cenário, os estudantes do Ensino Médio foram desafiados a analisar o problema e propor soluções práticas, utilizando conceitos científicos e habilidades de investigação para desenvolver respostas embasadas.

Metodologia: A atividade foi iniciada com a apresentação de um relato de caso real sobre desperdício de água em escolas, seguido da exibição de dados locais sobre consumo elevado e falta de controle. O professor levantou as seguintes questões para estimular a análise crítica dos alunos:

- Quais são as principais causas do desperdício de água em nossa escola?
- Como podemos identificar os pontos de maior consumo e desperdício?
- Qu intervenções simples podem ser implementadas para reduzir o uso excessivo?

Os estudantes foram organizados em grupos para discutir e investigar o problema. Durante a etapa de coleta de dados, realizaram medições de vazão utilizando cronômetros e hidrômetros, identificando os pontos críticos, como torneiras e banheiros. Além disso, aplicaram questionários aos colegas e funcionários para entender os hábitos que contribuem para o desperdício. Os grupos utilizaram tabelas para registrar os dados e analisá-los estatisticamente, buscando padrões e prioridades de intervenção.

Na fase final, cada grupo apresentou suas conclusões em um seminário interno. As apresentações incluíram propostas como a instalação de redutores de vazão, campanhas educativas sobre o uso consciente da água e a criação de cronogramas de manutenção para evitar vazamentos. Os alunos destacaram os impactos positivos dessas ações na economia de água e nos custos operacionais da escola.

Resultados: Os grupos identificaram que mais de 40% do desperdício de água estava concentrado nos banheiros devido a torneiras mal ajustadas e vazamentos. As sugestões apresentadas incluíram soluções de baixo custo e alta eficiência, como a instalação de redutores de vazão e a substituição de torneiras por modelos automáticos. Os estudantes enfatizaram a importância de ações educativas, apontando que mudanças de comportamento poderiam reduzir significativamente o consumo. O seminário interno fomentou o diálogo sobre práticas sustentáveis, e as ideias foram bem recebidas pela gestão escolar, que considerou implementar algumas das propostas apresentadas.

Quais metodologias e/ou abordagens podem ser identificadas no texto? Aponte as características que sustentam sua análise.

Texto 3: Impactos da Exploração Mineral no Solo

Introdução: A mineração desempenha um papel essencial na economia global, mas seus impactos ambientais e sociais geram preocupações significativas, principalmente em regiões onde as comunidades dependem diretamente do solo para a agricultura e outras atividades. Em uma escola pública de uma área mineradora, estudantes do Ensino Médio foram desafiados a analisar os efeitos da mineração no solo e na qualidade de vida local, propondo soluções viáveis para mitigar os impactos identificados.

Metodologia: O trabalho iniciou-se com a apresentação de um estudo de caso sobre a contaminação do solo por metais pesados em áreas de mineração. Para estimular a investigação, o professor levantou os seguintes questionamentos:

- Quais são os principais impactos da mineração no solo e nas comunidades locais?
- Como podemos identificar as áreas mais afetadas pela contaminação?
- Que soluções poderiam ser implementadas para reduzir os impactos ambientais da mineração?

Os estudantes formaram grupos de trabalho e conduziram coletas de amostras de solo em locais próximos a minas. Utilizando técnicas laboratoriais, como espectrometria de absorção atômica, analisaram a presença de contaminantes, como chumbo e mercúrio. Além disso, realizaram entrevistas com moradores da região para compreender os efeitos sociais da mineração, incluindo deslocamento de famílias e perda de terras agricultáveis.

Resultados: As análises mostraram altos níveis de contaminação por metais pesados em áreas próximas às minas, afetando a fertilidade do solo e a segurança alimentar das comunidades. As entrevistas revelaram que muitas famílias enfrentavam dificuldades devido à falta de fiscalização adequada. Como solução, os estudantes propuseram o uso de tecnologias de remediação, como a fitorremediação com plantas capazes de absorver metais pesados, além de campanhas de conscientização para promover práticas agrícolas mais seguras. Os resultados foram apresentados em uma reunião aberta à comunidade local, incentivando o diálogo e a busca por melhorias conjuntas.

Quais metodologias e/ou abordagens podem ser identificadas no texto? Aponte as características que sustentam sua análise.

Texto 4: De Onde Vem Nossa Energia?

Introdução: Compreender a matriz energética de uma região é fundamental para promover o uso sustentável de recursos e reduzir os impactos ambientais associados à geração de energia. Em uma escola pública urbana, estudantes do Ensino Fundamental II foram desafiados a investigar as fontes de energia utilizadas em sua cidade, analisando suas vantagens, limitações e impactos ambientais.

Metodologia: O projeto começou com uma discussão inicial sobre o impacto do consumo energético na cidade, onde o professor apresentou dados e notícias recentes sobre a matriz energética local. Após esse momento, os estudantes foram incentivados a formular a seguinte questão motriz:

- Quais fontes de energia poderiam ser mais sustentáveis para nossa cidade, considerando seus impactos ambientais e sociais?

Os alunos foram divididos em grupos e orientados a planejar suas investigações, que incluíram:

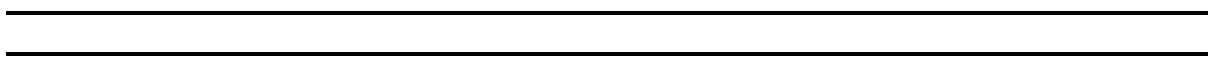
- Pesquisas documentais sobre as principais fontes de energia utilizadas na região.
- Visitas a usinas hidrelétricas e instalações de energia solar para compreender os processos de geração e os impactos locais.
- Entrevistas com técnicos e engenheiros para coletar dados sobre eficiência energética e custos operacionais.

Na etapa de pesquisa, cada grupo organizou as informações coletadas em relatórios e gráficos, analisando as vantagens e desvantagens das fontes de energia observadas. Os alunos também debateram entre si para propor soluções práticas, como programas de incentivo à energia solar e estratégias para minimizar os impactos ambientais das hidrelétricas.

Na fase final, os grupos apresentaram seus projetos em uma feira escolar, destacando as conclusões obtidas e sugerindo políticas e ações educativas para a comunidade local.

Resultados: Os estudantes identificaram que a cidade dependia majoritariamente de energia hidrelétrica, mas observaram um aumento gradual na adoção de energia solar em áreas residenciais. Durante as visitas, perceberam problemas como o desmatamento causado pela construção de represas e a falta de acesso a tecnologias limpas para comunidades de baixa renda. A feira escolar gerou grande engajamento, com professores, alunos e a comunidade discutindo os desafios e as oportunidades para diversificar a matriz energética local com base em propostas sustentáveis.

Quais metodologias e/ou abordagens podem ser identificadas no texto? Aponte as características que sustentam sua análise.



Texto 5: Catalisadores: Eficiência e Impacto

Introdução: Catalisadores químicos são essenciais para acelerar reações industriais, otimizando processos e reduzindo custos energéticos. No entanto, embora essas substâncias sejam amplamente utilizadas, muitas vezes seus impactos sociais e ambientais são negligenciados. Em um contexto educacional, estudantes do Ensino Médio Técnico em Química de uma escola pública foram desafiados a investigar os mecanismos de ação e a aplicabilidade dos catalisadores na produção industrial, analisando sua eficiência e possíveis limitações.

Metodologia: O projeto foi estruturado para enfatizar o estudo técnico dos catalisadores. Inicialmente, os estudantes participaram de aulas teóricas sobre reações catalíticas, abordando conceitos de energia de ativação e mecanismos de superfície. Em seguida, realizaram experimentos em laboratório, avaliando a eficiência catalítica de diferentes materiais, como óxidos metálicos e metais de transição.

Os alunos testaram os catalisadores em reações de hidrogenação e oxidação, utilizando calorímetros para medir a energia liberada ou consumida durante os processos. Paralelamente, realizaram pesquisas bibliográficas sobre custos de produção e aplicação em larga escala. No entanto, o projeto não incluiu uma análise aprofundada dos impactos ambientais ou das implicações sociais do uso de catalisadores.

Resultados: Os experimentos mostraram que os catalisadores metálicos, como o níquel, apresentaram maior eficiência em termos de taxa de reação e consumo energético. Os estudantes concluíram que a otimização dos processos catalíticos poderia trazer benefícios econômicos significativos para a indústria. Entretanto, a ausência de uma abordagem que contemplasse os aspectos sociais e ambientais limitou a compreensão do impacto completo do uso de catalisadores. Os resultados foram apresentados em um seminário técnico interno, com foco exclusivamente na eficiência e viabilidade econômica dos materiais estudados.

Quais metodologias e/ou abordagens podem ser identificadas no texto? Aponte as características que sustentam sua análise.

ANEXO D- QUESTIONÁRIO AVALIATIVO FINAL

Caro(a) estudante,

Agora que completamos nossa experiência, gostaríamos de saber sua opinião sobre os recursos utilizados ao longo da intervenção, especialmente sobre a abordagem CTS/CTSA e a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Suas respostas nos ajudam a melhorar futuras práticas educacionais.

Sua participação é voluntária e anônima. O preenchimento do questionário levará cerca de 5 a 10 minutos para ser concluído, e você pode interromper a qualquer momento, caso deseje. Não há riscos em participar.

1. Qual a sua opinião sobre a metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP)?

2. Em uma escala de 1 a 5, quanto a ABP contribuiu para o seu aprendizado em Química? Considere: 1-Nada proveitosa, 2-Pouco proveitosa, 3-Razoavelmente proveitosa, 4-Bom proveito, 5-Ótimo proveito.

				
1	2	3	4	5

3. Qual a sua opinião sobre a abordagem CTSA? Julga que seja importante para o Ensino em Química? Por quê?

4. Você considera que a apresentação da metodologia da ABP e da abordagem CTSA foram importantes para a sua formação inicial como professor(a) de Química? Justifique sua resposta, destacando a contribuição delas para a prática docente.

() Sim () Não () Não sei

5. Em quais aspectos você considera que a ABP e a abordagem CTSA contribuíram para a sua formação?

6. Considerando que você atua na educação, em sua prática docente, você utilizaria a ABP e/ou a abordagem CTSA? Qual utilizaria e por quê?

7. Você gostaria de participar de mais atividades que utilizem a ABP e a abordagem CTSA?
() Sim () Não () Talvez

8. Quais as potencialidades e as fragilidades você identificou na utilização ABP e da abordagem CTSA em nossas aulas?

Agradecemos sua participação até aqui, ela foi de suma importância para o bom andamento dessa pesquisa. Caso deseje fazer alguma observação ou sugestão sobre o desenvolvimento das aulas ao longo da aplicação da pesquisa, sinta-se à vontade.