



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ

IFCE – CAMPUS FORTALEZA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E

MATEMÁTICA

MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS

**A SALINIDADE DA ÁGUA COMO CONTROVÉRSIA SOCIOCIENTÍFICA NA
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

FORTALEZA

2026

JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS

A SALINIDADE DA ÁGUA COMO CONTROVÉRSIA SOCIOCIENTÍFICA NA
PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO
INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus* Fortaleza, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Área de concentração: Ensino de Química.

Orientador(a): Prof.^a Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.

FORTALEZA

2026



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
Av. 13 de maio, 2081 - Bairro Benfica - CEP 60040-531 - Fortaleza - CE - www.ifce.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

Processo: 23256.001288/2026-81

Interessado: Joyce de Sousa Filgueiras

JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS

A SALINIDADE DA ÁGUA COMO CONTROVÉRSIA SOCIOCIENTÍFICA NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

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

Aprovada em 16/03/2026.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos (orientadora)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Manuel Bandeira dos Santos Neto

Instituto Federal do Ceará (IFCE)

Prof. Dr. Leonir Lorenzetti

Universidade Federal do Paraná (UFPR)



Documento assinado eletronicamente por **Manuel Bandeira dos Santos Neto**, **Usuário Externo**, em 27/03/2026, às 14:45, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leonir Lorenzetti**, **Usuário Externo**, em 27/03/2026, às 16:08, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ana Karine Portela Vasconcelos**, **Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 15/04/2026, às 19:07, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifce.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **8597372** e o código CRC **048ADBE2**.

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)

F478s Filgueiras, Joyce de Sousa.

A SALINIDADE DA ÁGUA COMO CSC NA PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA e TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA / Joyce de Sousa Filgueiras. - 2026.
129 f.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, Campus Fortaleza, 2026.
Orientação: Profª. Dra. Ana Karine Portela Vasconcelos.

1. Alfabetização científica e tecnológica. 2. Controvérsia sociocientífica. 3. Formação inicial de professores. 4. Salinidade da água. 5. Três momentos pedagógicos. I. Título.

CDD 510.07

A Deus e à minha família, em especial aos meus pais, pelo amor, pela força e pelos sacrifícios diários que tornaram possível minha trajetória. Esta conquista também é de vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças para chegar até aqui, por me acalantar nos momentos de insegurança e por me ouvir sempre que recorri a Ele em oração.

À minha família, pelo amor, paciência, apoio e incentivo incondicionais. Em especial, aos meus pais, Jorge e Luciléia. Vocês são tudo para mim, a razão da minha vida. Tenho muita sorte em tê-los como pais, sempre fazendo o possível e o impossível para que eu possa crescer profissionalmente e pessoalmente. Cada oportunidade que tive, agarrei com dedicação, e por isso essa conquista também é de vocês. Essa vitória é nossa!

Ao meu noivo, Jackson Sena, pelo amor, paciência e incentivos constantes. Obrigada por, em todos os momentos em que desacreditei da minha própria capacidade, estar ao meu lado, me fortalecendo e me lembrando do quanto sou capaz.

À minha orientadora, Ana Karine Portela Vasconcelos, pela paciência, orientação, amizade e confiança. Agradeço, sobretudo, por ter acreditado na minha pesquisa, muitas vezes até mais do que eu mesma. Quando surgiram dúvidas sobre o sentido e a relevância do trabalho, você esteve presente, mostrando que ele fazia sentido e que eu seria capaz de desenvolvê-lo.

Aos meus colegas do mestrado, em especial Letícia, Sthephany, Calliu, Rafaelly e Mylena e à minha amiga de longa data, Danielle Róseo, pelos momentos compartilhados, pelas trocas, escutas e desabafos, bem como pelo incentivo constante ao longo dessa caminhada. Sem dúvida, vocês tornaram esse percurso mais leve e significativo.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), aos campi Fortaleza e Aracati, pelo apoio institucional. Em especial, ao *Campus* Aracati, ao diretor Mário Wedney, ao professor Wagner Almeida e aos alunos participantes do PIBID, pela colaboração e participação que tornaram possível a realização desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM), pelos ensinamentos e direcionamentos, em especial à professora Dra. Cleide Barroso, coordenadora do programa, pela dedicação, compromisso e apoio.

Aos professores participantes da banca de qualificação do meu trabalho, Caroline Sampaio e Manuel Bandeira, pelas valiosas orientações e contribuições.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, por meio da concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização desta pesquisa.

E a todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a concretização deste momento.

“A essência do aprendizado tem a ver com o professor, aquele que estimula, provoca, problematiza, enriquece, sistematiza, amplia e que dá vida a uma série de processos que leva o aluno a aprender.” (Lorenzetti, 2021, p.54)

RESUMO

Esta dissertação analisa se a utilização de uma Controvérsia Sociocientífica (CSC), desenvolvida por meio de uma Sequência Didática (SD), contribui para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) na formação inicial de professores de Química, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Aracati*. A investigação fundamenta-se na compreensão de que o Ensino de Química, especialmente no contexto da formação docente, ainda se caracteriza pela centralidade em conteúdos conceituais e procedimentos técnicos, o que pode limitar a articulação entre conhecimentos científicos e problemáticas sociais, ambientais e tecnológicas presentes no cotidiano. Diante desse cenário, o estudo foi delineado como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, desenvolvida com licenciandos em Química participantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Para alcançar o objetivo proposto, foi elaborada e aplicada uma SD baseada em uma CSC relacionada à salinidade da água no município de Icapuí-CE, estruturada segundo os Três Momentos Pedagógicos e executada em seis etapas, totalizando dezesseis horas. A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de um questionário composto por quatorze afirmações, respondidas em níveis de concordância organizados em uma escala do tipo Likert, aplicado antes e após a intervenção pedagógica, além da análise de registros das atividades produzidas ao longo do processo formativo. Os dados foram analisados de forma descritiva e comparativa, buscando identificar deslocamentos nas percepções declaradas pelos participantes entre os dois momentos e relacioná-los aos indícios observados nas produções e interações desenvolvidas durante a SD. Os resultados indicam mudanças nas percepções dos licenciandos, evidenciadas pela redução das respostas neutras e de discordância e pelo aumento das respostas de concordância em habilidades associadas à ACT, como a compreensão das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, a aplicação de conhecimentos científicos em situações do cotidiano, a distinção entre evidências e opiniões e a compreensão do caráter histórico e provisório do conhecimento científico. Embora circunscritos ao contexto investigado e ao recorte temporal adotado, os achados indicam que a abordagem por CSC, articulada em uma SD, apresenta potencial formativo relevante para favorecer reflexões críticas e contextualizadas na Formação Inicial de Professores de Química, ao mesmo tempo em que evidenciam a necessidade de aprofundamento e continuidade de investigações sobre o tema em diferentes contextos educacionais.

Palavras-chave: Alfabetização Científica e Tecnológica. Controvérsia Sociocientífica. Formação inicial de professores. Salinidade da água. Três momentos Pedagógicos.

ABSTRACT

This dissertation analyzes whether the use of a Socioscientific Controversy (SSC), developed through a Didactic Sequence (DS), contributes to the promotion of Scientific and Technological Literacy (STL) in the initial education of Chemistry teachers at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará – Aracati Campus. The investigation is grounded in the understanding that Chemistry Teaching, especially within the context of teacher education, is still characterized by a central focus on conceptual content and technical procedures, which may limit the articulation between scientific knowledge and the social, environmental, and technological issues present in everyday life. In this context, the study was designed as applied research with a qualitative and descriptive approach, conducted with undergraduate Chemistry students participating in the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation. To achieve the proposed objective, a Didactic Sequence based on an SSC related to water salinity in the municipality of Icapuí was developed and implemented. It was structured according to the Three Pedagogical Moments and carried out in six stages, totaling sixteen hours. Data collection was conducted through a questionnaire composed of fourteen statements, answered according to levels of agreement organized on a Likert-type scale, administered before and after the pedagogical intervention, in addition to the analysis of activity records produced throughout the formative process. The data were analyzed descriptively and comparatively, seeking to identify shifts in the participants' declared perceptions between the two moments and to relate them to the evidence observed in the productions and interactions developed during the DS. The results indicate changes in the perceptions of the undergraduate students, evidenced by a reduction in neutral and disagreement responses and an increase in agreement responses regarding skills associated with STL, such as understanding the relationships between science, technology, and society; applying scientific knowledge to everyday situations; distinguishing between evidence and opinions; and recognizing the historical and provisional nature of scientific knowledge. Although limited to the investigated context and the adopted time frame, the findings suggest that the SSC approach, articulated within a Didactic Sequence, presents relevant formative potential to foster critical and contextualized reflections in the Initial Education of Chemistry Teachers, while also highlighting the need for further and continued research on the topic in different educational contexts.

Keywords: Scientific and Technological Literacy. Socioscientific Issue. Initial teacher education. Water salinity. Three Pedagogical Moments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Objetivos da ACT segundo Fourez (2005)	27
Figura 2 –	Classificação da Pesquisa	41
Figura 3 –	Representação cartográfica do município de Aracati (CE) com <i>Campus</i> do IFCE	43
Figura 4 –	Relação entre os 3MP e os três objetivos da ACT	48
Figura 5 –	Escala do tipo Likert de cinco pontos utilizada no questionário	51
Figura 6 –	Questões norteadoras utilizadas na problematização inicial da CSC sobre a salinidade da água em Icapuí-CE	52
Figura 7 –	Fluxograma construído a partir do Primeiro Momento Pedagógico	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 1 nos questionários inicial e final	71
Gráfico 2 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 2 nos questionários inicial e final	73
Gráfico 3 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 3 nos questionários inicial e final	74
Gráfico 4 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 4 nos questionários inicial e final	76
Gráfico 5 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 5 nos questionários inicial e final	78
Gráfico 6 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 6 nos questionários inicial e final	79
Gráfico 7 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 7 nos questionários inicial e final	81
Gráfico 8 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 8 nos questionários inicial e final	82
Gráfico 9 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 9 nos questionários inicial e final	84
Gráfico 10 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 10 nos questionários inicial e final	85
Gráfico 11 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 11 nos questionários inicial e final	87
Gráfico 12 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 12 nos questionários inicial e final	88
Gráfico 13 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 13 nos questionários inicial e final	90
Gráfico 14 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 14 nos questionários inicial e final	91

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
C&T	Ciência e Tecnologia
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CSC	Controvérsias Sociocientíficas
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
IES	Instituição de Ensino Superior
IFCE	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
MS	Ministério da Saúde
NSTA	National Science Teachers Association
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
SD	Sequência Didática
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT): Origem e Relação com o Ensino de Ciências	19
2.1.1	<i>Características e Pressupostos da ACT</i>	23
2.2	A relação entre ACT e CSC no contexto da formação docente	30
2.3	Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Ciências	33
2.4	Qualidade da água para consumo humano: parâmetros físico-químicos, legislação brasileira e métodos de análise	35
2.4.1	<i>Classificação das águas e salinidade segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005</i>	36
2.4.2	<i>Padrões de potabilidade da água para consumo humano: Portarias nº 2.914/2011 e GM/MS nº 888/2021</i>	38
2.4.3	<i>Determinação de íons cloreto em água potável: o método argentométrico de Mohr</i>	40
3.	PERCURSO METODOLÓGICO	41
3.1	Caracterização da Pesquisa	41
3.2	<i>Locus da Pesquisa e Público-alvo</i>	42
3.3	Aspectos Éticos da Pesquisa e Procedimentos de Produção de dados	44
3.4	Contextualização da problemática e proposta de Sequência Didática	46
3.4.1	<i>Planejamento de Aplicação da Pesquisa e Estrutura da SD</i>	48
3.5	Procedimentos de análise dos dados	55
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	Análise do Primeiro Momento Pedagógico: Problemática Inicial	56
4.2	Análise do Segundo Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento	61
4.3	Análise do Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento	67
4.4	Análise dos Questionários Inicial e Final	70
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
	REFERÊNCIAS	97

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL: AVALIAÇÃO DAS PERCEPÇÕES E HABILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ACT) DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA	107
APÊNDICE B – ROTEIRO DA AULA PRÁTICA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	110
APÊNDICE C – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO	112
ANEXO A – RELATO DE MORADORA SOBRE A SALINIDADE DA ÁGUA EM ICAPUÍ	113
ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	114
ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	121
ANEXO D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA	128

1. INTRODUÇÃO

A Química é uma Ciência imprescindível para a formação de indivíduos críticos, informados e ativos frente a questões sociais contemporâneas, tendo em vista que a sua compreensão permite-nos entender os processos que permeiam nossa existência, desde a ação dos produtos de limpeza utilizados em nossas residências, até a composição dos alimentos que ingerimos (Castro; Junior; Liu, 2019). Portanto, além de fornecer uma base sólida de conhecimentos, a Química tem o potencial de preparar os cidadãos para analisarem casos, tomarem decisões assertivas e participarem de discussões sobre questões relacionadas à saúde, tecnologia, segurança, meio ambiente, dentre outras.

Apesar da importância desta área como uma disciplina fundamental no currículo, observa-se na literatura que muitos alunos a consideram de difícil compreensão e intimidante, o que resulta em desinteresse pela matéria e, conseqüentemente, em dificuldades de compreensão de conceitos relacionados (Santos *et al.*, 2013). O foco excessivo em fórmulas e teorias desconexas da realidade cotidiana, à forma tradicional ou monótona de ensino, a falta de interação e participação ativa, juntamente com a falta de preparo docente para pensar abordagens mais envolventes, são exemplos do que pode desencadear essa problemática (Silva *et al.*, 2019). Esse cenário evidencia limites de um modelo de ensino centrado predominantemente na transmissão de conteúdos, reforçando a necessidade de investigar propostas que articulem conhecimentos científicos a problemáticas sociais concretas.

Além disso, consoante Barbosa e Aires (2018), a Química muitas vezes é percebida, no âmbito acadêmico, como um apanhado de conteúdos considerados fatos absolutos sobre os fenômenos naturais, em vez de ser compreendida como uma construção contextualizada e dinâmica, influenciada pelo contexto social e histórico. Essa visão, estática e dogmática, pode limitar as discussões e reflexões em sala de aula, resultando em uma abordagem centrada na memorização de conteúdos, dificultando a conexão entre teoria e prática, o entendimento dos conceitos químicos e da sua relação com questões sociocientíficas.

Para enfrentar desafios como esse e promover um ensino mais dinâmico e contextualizado, a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) emerge como um conceito central na Educação Científica (Nunes *et al.*, 2023). Consoante Lorenzetti (2021), a ACT busca formar cidadãos capazes de interpretar informações científicas, tomar decisões informadas e participar ativamente de discussões sobre temas que envolvam Ciência, Tecnologia e Sociedade, tornando-os agentes conscientes e reflexivos em sua realidade. O autor também aponta que a ACT, no contexto nacional, pode ser vista como uma das vertentes em ascensão

na pesquisa em Educação em Ciências, “sendo apontada como uma meta de aprendizagem e um objetivo do Ensino, na medida em que almeja ampliar os conhecimentos sobre Ciência e tecnologia, concomitantemente a uma formação cidadã.” (Lorenzetti, 2021, p.47). Logo, compreende-se, neste trabalho, que a ACT não se configura apenas como uma diretriz teórica, mas como um princípio orientador para a construção de práticas pedagógicas mais críticas, contextualizadas e socialmente comprometidas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento oficial que orienta o planejamento escolar e curricular, reforça a importância de uma formação que promova o desenvolvimento do pensamento crítico e da interdisciplinaridade, associando o conhecimento científico às situações cotidianas e às problemáticas reais da sociedade (Brasil, 2017; 2018). De acordo com esse documento, para ser capaz de discutir questões relacionadas à alimentação, medicamentos, transportes, combustíveis, saneamento, manutenção da vida na Terra, entre outros temas, é necessário possuir não só conhecimentos científicos, mais ainda éticos, políticos e culturais. Nesse sentido, a BNCC reconhece a área de Ciências da Natureza como essencial para uma formação que ajude os estudantes a compreenderem e atuarem de forma crítica na sociedade em que vivem.

Com esse mesmo pensamento, Fourez (2005) apresenta três finalidades da ACT: a autonomia do indivíduo, que se refere a capacidade de tomar decisões informadas e independentes; a comunicação com os outros, que diz respeito à habilidade de argumentar e debater sobre temas científicos com outros indivíduos; e o manejo do meio, que corresponde a capacidade de aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos para lidar com problemas cotidianos.

Para que essas finalidades sejam alcançadas, é fundamental compreender que, pensar a ACT no contexto educacional implica refletir sobre a formação docente, pois são esses profissionais responsáveis por mediar o diálogo entre o conhecimento científico e a realidade dos discentes. Dessa forma, Castro, Junior e Liu (2019) destacam a importância das instituições de Ensino Superior, que ofertam cursos de formação de professores, priorizarem debates sobre aspectos Sociais, Ambientais e Políticos relacionados à Ciência, visando formar profissionais aptos a promoverem um Ensino que estimule o pensamento crítico dos alunos e os preparem para lidar com questões científicas e tecnológicas presentes no cotidiano.

Nesse contexto, as Controvérsias Sociocientíficas (CSC), termo que ganhou destaque entre as décadas de 1970 e 1980, e que vem se desenvolvendo ao longo de discussões que revelam a dinâmica e as influências da Ciência na sociedade, mostra-se como uma abordagem

promissora para este objetivo (Krupczak; Aires, 2020). As CSC são situações relacionadas à Ciência e Tecnologia que envolvem desacordos na sociedade e que têm impactos expressivos, tanto em termos de debate público quanto nos efeitos que causam à população. Essas controvérsias podem abranger uma variedade de tópicos, como o uso de agrotóxicos e transgênicos na produção de alimentos, o movimento antivacina, a venda de medicamentos sem receita médica, dentre outros (Krupczak; Aires, 2019; Fonseca; Duso, 2020; Quidigno *et al.*, 2021). Dessa forma, a inserção das CSC no contexto educacional pode favorecer a problematização de temas contemporâneos, aproximando o ensino de Ciências das vivências sociais dos estudantes.

Cabe destacar que, embora a literatura também utilize o termo Questões Sociocientíficas (QSC), optou-se por Controvérsias Sociocientíficas (CSC) porque as QSC abrangem temas sociais relacionados à Ciência e à Tecnologia de forma mais ampla, enquanto as CSC destacam situações marcadas por divergências, disputas de interesses, incertezas e ausência de uma solução única. No caso desta pesquisa, a salinidade da água em Icapuí envolve diferentes causas, impactos sociais, responsabilidades públicas e possíveis intervenções, configurando-se como uma controvérsia. Por isso, o termo CSC mostra-se mais adequado ao foco deste estudo.

Ademais, os autores destacam que, essas situações podem ser utilizadas pelos docentes nas aulas de Ciências como uma forma de estimular os alunos a refletirem sobre os impactos da Ciência e Tecnologia (C&T) em diferentes contextos, possibilitando-os se tornarem cidadãos conscientes e críticos (Souza Filho; Vasconcelos; Nunes, 2021). Entretanto, embora a literatura reconheça essa potencialidade, ainda são limitados os estudos que analisam empiricamente como a utilização de CSC contribui para o desenvolvimento de habilidades associadas à ACT na formação inicial de professores de Química, especialmente a partir de intervenções didáticas estruturadas e analisadas comparativamente.

Neste estudo, a CSC abordada consiste na problemática da salinidade da água em Icapuí-CE, um fenômeno que tem se intensificado devido ao avanço do mar sobre o território, impactando diretamente a qualidade da água doce disponível e, conseqüentemente, o dia a dia da população local e a economia (Madeiro, 2024). Esse problema configura-se como uma CSC, pois envolve aspectos científicos (Química da água), tecnológicos (estratégias para dessalinização), sociais (impacto na qualidade de vida e na saúde da população) e ambientais (desequilíbrio ambiental). A escolha desse contexto específico se justifica, primeiramente, pelo fato da pesquisadora ser moradora do município, vivenciando de perto os desafios causados pela salinização da água, o que despertou o interesse em transformar essa realidade em objeto

de reflexão e aprendizagem no Ensino de Química. E, em segundo lugar, pela sua relevância social e ambiental, tendo em vista que o problema tem afetado há anos os moradores da região.

Na perspectiva de Santos e Mortimer (2000) e de Niezer (2012), alfabetizar cientificamente os cidadãos em Ciência e Tecnologia é fundamental nos dias de hoje, não apenas para apresentar os aspectos fascinantes da Ciência, mas ainda para capacitar as pessoas com as habilidades e conhecimentos necessários para tomar decisões informadas e para compreender as implicações por trás do discurso de especialistas. Por isso, devem estar presentes nos currículos.

Diante desse cenário, surgiu a seguinte questão de pesquisa: de que forma a abordagem da CSC sobre a problemática da salinidade da água em Icapuí-CE pode contribuir para a promoção da ACT na formação inicial de professores de Química?

Buscando responder essa indagação, o presente trabalho teve como objetivo geral analisar se a utilização de uma CSC, desenvolvida por meio de uma Sequência Didática (SD), contribui para a promoção da ACT na formação inicial de professores de Química, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Aracati*. Para isso, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- Elaborar e implementar uma Sequência Didática baseada em uma Controvérsia sociocientífica, explicitando sua articulação com dimensões teóricas da Alfabetização Científica e Tecnológica;
- Identificar as percepções declaradas e as manifestações discursivas dos licenciandos em Química relacionadas à Alfabetização Científica e Tecnológica antes e após a aplicação da Sequência Didática;
- Discutir os indícios de promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica a partir da articulação entre os dados dos questionários, as produções dos licenciandos e o referencial teórico adotado.

Neste trabalho, compreende-se a promoção da ACT não apenas como a ampliação de conhecimentos conceituais, mas como o desenvolvimento de habilidades relacionadas à argumentação, à tomada de decisões fundamentadas, à articulação entre conceitos científicos e contextos sociais e à análise crítica de problemáticas reais. Assim, consideram-se indícios de promoção da ACT os deslocamentos nas percepções declaradas dos licenciandos e nas suas manifestações discursivas ao longo da intervenção.

Em síntese, esta pesquisa parte da necessidade de repensar o Ensino de Química além das teorias, fórmulas e equações, possibilitando aos futuros professores promoverem uma educação mais significativa, crítica e contextualizada à realidade dos alunos, a partir da abordagem das CSC e da ACT.

Nesse sentido, a contribuição deste estudo reside na articulação entre o referencial teórico da ACT, a elaboração de uma Sequência Didática estruturada e a análise comparativa das percepções dos licenciandos antes e após intervenções pedagógicas, oferecendo evidências empíricas sobre as potencialidades e limites dessa abordagem no contexto da formação inicial docente.

Assim, busca-se contribuir não apenas para a formação docente, mas também para a formação de gerações futuras, preparando-os para se tornarem cidadãos conscientes e participativos em debates cruciais para a sociedade contemporânea. Além disso, pretende-se com este estudo colaborar com a literatura científica, fornecendo estratégias que possam enriquecer a abordagem do Ensino de Química e influenciar a educação como um todo.

Considerando a relevância da temática e os objetivos propostos, este trabalho encontra-se estruturado em cinco seções: a seção 1 corresponde a Introdução, na qual são apresentados o contexto da pesquisa, a problemática investigada, os objetivos do estudo e sua justificativa. A seção 2 apresenta o Referencial Teórico, com os fundamentos da ACT, sua articulação com as CSC na formação inicial de professores de Química e os conceitos científicos relacionados à qualidade da água. A seção 3 detalha a Metodologia da pesquisa, incluindo a caracterização do estudo, o contexto, o público-alvo, a estrutura da SD desenvolvida e os procedimentos de coleta e análise de dados. A seção 4 apresenta os Resultados e Discussão da pesquisa. E, por fim, a seção 5 reúne as Considerações Finais, nas quais são retomados os principais achados do estudo, discutidas suas implicações e limitações, e indicados possíveis desdobramentos para pesquisas futuras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção reúne os fundamentos teóricos que orientam a presente pesquisa. Inicialmente, discute-se a ACT e sua relevância para a formação docente. Em seguida, aborda-se o uso de CSC como estratégia didática e sua relação com a promoção de um Ensino mais crítico, contextualizado e significativo na formação inicial de professores de Química. Na sequência, são abordados os “Três Momentos Pedagógicos”, enquanto proposta teórico-pedagógica. Por fim, apresenta-se o subtópico sobre qualidade da água para consumo humano,

contemplando parâmetros físico-químicos, legislação brasileira e métodos de análise, por se tratar do conteúdo científico que sustenta a controvérsia trabalhada na Sequência Didática.

2.1 Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT): Origem e Relação com o Ensino de Ciências

O Termo Alfabetização Científica (AC) surgiu por volta de 1958, associado ao Ensino de Ciências, em uma publicação escrita por Paul Hurd, intitulada *Science Literacy: its meaning for American schools*, cujo título em português pode ser traduzido como “Alfabetização científica: seu significado para as escolas americanas” (Hurd, 1958). Posteriormente, em 1998, o mesmo autor trouxe novas discussões acerca desse termo na publicação *Scientific Literacy: New minds for a changing World*, que se traduz como “Alfabetização científica: novas mentes para um mundo em mudança” (Hurd, 1998).

O cenário dessa época, nos Estados Unidos (EUA), se caracterizava por transformações sociais impulsionadas pela urbanização e industrialização. Segundo Hurd (1998), por volta do final do século XVIII, uma autoridade governamental dos EUA, Thomas Jefferson, visualizou que as escolas não estavam preparadas para trabalhar as relações existentes entre a Ciência e o contexto dos estudantes, pois não havia preparo e nem materiais para auxiliar nesse processo.

Tais observações, ressaltaram a necessidade urgente de reformulação do Ensino, de modo a preparar os alunos para os avanços científicos e tecnológicos. Consoante Milaré e Richetti (2021),

O interesse em inserir a ciência e a Tecnologia nos currículos estava alinhado, na época, a uma concepção de educação como preparação para uma sociedade que se caracterizava pelo seu desenvolvimento científico e tecnológico. Havia um desenvolvimento acelerado e, conseqüentemente, uma preocupação em preparar as gerações futuras para a manutenção desse crescimento, suprir a demanda pelo trabalho especializado e criativo imposto pela revolução científica considerada emergente (Milaré; Richetti, 2021, p. 20-21).

Historicamente, depois do conflito militar global que ocorreu entre 1939 e 1945, conhecido como Segunda Guerra Mundial, que envolveu grande parte das nações do mundo e o uso de novas tecnologias, incluindo armas nucleares que culminaram na morte de milhões de pessoas e na destruição em grande escala de cidades, infraestruturas, economias e recursos naturais, as mudanças e os efeitos na Ciência se tornaram cada vez mais claros (Hurd, 1998).

O cenário pós-guerra e o lançamento do primeiro satélite artificial a orbitar a Terra, o Sputnik, pela União Soviética em 4 de outubro de 1957, trouxe grande atenção ao Ensino de

Ciências nos EUA. Esse evento gerou uma grande preocupação ao governo norte-americano, que viu o feito como uma ameaça à sua liderança tecnológica e militar, levando-os a reconhecer que o sistema educacional do país necessitava de reformas significativas para atender as demandas científicas e tecnológicas que emergiam. A partir desses acontecimentos, as medidas inicialmente adotadas focaram na melhoria do processo de ensino-aprendizagem de Ciências e Matemática nas escolas, objetivando formar cientistas (Marandino *et al.*, 2018; Scalfi, 2020).

Dando ênfase a dicotomia enfrentada nesse período, Cunha (2022) destaca que,

Por um lado, havia a preocupação da comunidade científica americana com o apoio do público à ciência para responder ao lançamento do Sputnik pelos soviéticos; por outro, os americanos estavam preocupados se seus filhos estariam recebendo o tipo de educação que lhes capacitaria a lidar com uma sociedade em crescente sofisticação científica e tecnológica (Cunha, 2022, p.296-297).

Com isso, em 1958 foi implantada uma lei federal dos EUA, a *National Defense Education Act (NDEA)*, objetivando fortalecer o Ensino de Ciências, Matemática e línguas estrangeiras nas escolas e auxiliar financeiramente discentes e instituições de Ensino Superior. Esse marco foi um ponto de virada na história do Ensino de Ciências, que transcendeu os Estados Unidos, influenciando políticas educacionais em escala global (Reis *et al.*, 2022).

Foi a partir dessa sucessão de acontecimentos que o conceito de AC ganhou destaque, sendo considerado imprescindível para o desenvolvimento econômico e tecnológico. Portanto, inicialmente a AC visava garantir que os indivíduos tivessem acesso ao conhecimento científico necessário para entender e participar das atividades tecnológicas e industriais impostas pela revolução científica, visando a formação de mão de obra qualificada. No entanto, com o tempo, essa visão foi se expandindo, principalmente com o surgimento de novas reflexões sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A compreensão da Ciência não poderia mais considerar apenas a dimensão técnica, devendo abranger igualmente os impactos das tecnologias no meio ambiente, nas relações sociais e nos aspectos éticos das decisões científicas. Esse movimento desencadeou o termo Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), ampliando a perspectiva de AC (Milaré; Richetti, 2021). Assim, evidencia-se um processo de ampliação conceitual que culmina na consolidação da ACT como desdobramento das discussões em torno da AC.

Consoante Auler e Bazzo (2001, p.2), “Um dos objetivos centrais desse movimento consiste em colocar a tomada de decisões em relação à C&T num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (maior número de atores sociais participando) e menos tecnocráticas”. Esse “outro plano” refere-se a um nível de decisão mais participativo, no qual

as escolhas relacionadas à C&T devem envolver especialistas ou técnicos e a sociedade em geral, garantindo que um número maior de pessoas e grupos sociais tenham voz no processo, promovendo uma abordagem mais democrática e menos focada exclusivamente em critérios técnicos.

O estudo de Siqueira *et al.* (2021) narra que o movimento CTS surgiu na década de 1960 em virtude do desenvolvimento científico-tecnológico e que um marco significativo para a popularização dessas discussões foi a publicação de um livro intitulado Primavera Silenciosa (Silent Spring) em 1962, escrito pela bióloga americana Rachel Carson. Esta obra, de linguagem simples e acessível, trata dos impactos negativos desencadeados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos e pesticidas no meio ambiente, causando a contaminação de solos, água e a morte de diferentes espécies. A autora destacou várias substâncias Químicas perigosas e nocivas à saúde, dentre elas o Dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), um pesticida amplamente utilizado na agricultura, que se acumulava nos organismos por meio da cadeia alimentar, ocasionando danos irreversíveis à fauna.

No que diz respeito a essa substância, Saccomani, Marchi e Sanches (2018) destacam que,

O DDT é um dos compostos químicos muito utilizados até da década de 1970 (e no Brasil apenas recentemente banido), cujas moléculas se alojam na camada lipídica do corpo. São persistentes e podem ser encontrados nos pássaros, na carne dos peixes, dos animais diversos e no solo, tudo como Carson alertou está comprometido, até o ar puro leva e traz essa poeira química. Levadas pelas chuvas, essas substâncias penetram no solo através de fendas e poros e se adentram cada vez mais, sejam em águas superficiais até as profundas subterrâneas são afetadas (Saccomani; Marchi; Sanches, 2018, p.740-741).

A partir dessas leituras, visualiza-se que a presença dessas discussões contribuiu para o desenvolvimento da conscientização ambiental da população e para a geração de debates sobre a responsabilidade da C&T para com o meio ambiente e a sociedade. Com isso, geraram-se pressões sobre governos e indústrias para a implementação de regulamentos mais rigorosos a respeito da utilização de produtos químicos. Nesse contexto, a conscientização e os debates gerados e influenciados por obras, tal como a supracitada, ressaltaram a importância de transformar a maneira como essas temáticas eram ensinadas e vistas pelos indivíduos.

Dessa forma, Milaré e Richetti (2021) frisam que,

Os interesses por mudanças na forma com que a Ciência e a Tecnologia eram percebidas e conhecidas pelo público, o que perpassava pelas modificações de suas abordagens na escola, eram subsidiados por questões econômicas e políticas. As relações e impactos entre ciência, Tecnologia e Sociedade chamavam a atenção e

atingiam diversos setores, mas, no âmbito do ensino, esse processo era mais moroso e é justamente nesse contexto em que a Alfabetização Científica se inseriu, sendo necessária para estabelecer as relações entre a Ciência e diferentes problemas de ordem pessoal, social, político e econômico com os quais as pessoas se deparam ao longo da vida (Milaré; Richeti, 2021, p.24-25).

A partir da discussão apresentada pelas autoras, compreende-se que a AC e o movimento CTS se entrelaçam, pois, enquanto o primeiro auxilia na capacidade das pessoas utilizarem os conhecimentos científicos e tecnológico, o segundo oferece suporte para uma modificação curricular que contribua para a aproximação da Ciência ao cotidiano dos estudantes sob diferentes aspectos, tais como social, ambiental, cultural, dentre outros.

No Brasil, as primeiras menções sobre AC começaram a surgir, no contexto educacional, na década de 1990, tendo como influência as discussões internacionais mencionadas anteriormente (Costa; Ribeiro; Zompero, 2015). Consoante Lorenzetti (2016), as primeiras publicações que fizeram alusão a esse conceito encontram-se nos trabalhos de Leal e Souza (1997) e Leal e Selles (1997), apresentados na primeira edição do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), que ocorreu em Águas de Lindóia, São Paulo, de 27 a 29 de novembro de 1997. No entanto, o autor salienta que essa temática não constituiu o foco principal das pesquisas, pois as autoras fazem breves considerações sobre a AC, abordando apenas definições, objetivos e destacando que ela pode ocorrer em diferentes ambientes, tais como escolas, museus, revistas, dentre outros.

Nos anos seguintes, foram surgindo diversos trabalhos que consolidaram a relevância da AC no Ensino de Ciências, a saber: *A Alfabetização Científica e Formação profissional*, escrito por Lacerda (1997); *O Pensamento Científico nas Ciências Biológicas e a Alfabetização Científica na Escola de Ensino médio*, publicado por Tavares (1998); *Ensinando “Alfabetização Científica”*, de Penick (1998); *Alfabetização científico-tecnológica para quê?*, por Auler e Delizoicov (2001); *Alfabetização Científica: uma possibilidade para inclusão social*, de Chassot (2003); *Alfabetização Científica no contexto das séries Iniciais*, escrito por Lorenzetti e Delizoicov (2001); *Alfabetização científica: uma revisão Bibliográfica*, por Sasseron e Carvalho (2011), dentre outros que incitam importantes discussões até os dias atuais.

As mudanças curriculares também desempenharam um papel importante na consolidação da AC. Segundo Silva (2022, p.30-31),

Uma efetiva contemplação da importância da educação em ciências nos currículos escolares vigora a partir da promulgação da LEI N° 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDBN/96), que estrutura os diferentes objetivos da educação brasileira, separando a formação técnica das demais formações. Os Parâmetros curriculares nacionais (1997), o Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil (1998), as Diretrizes

Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (2013), e a Base Nacional Curricular Comum (2018) são marcos legais que caminham para o exercício da educação científica (Silva, 2022, p.30-31).

De acordo com a LDBN/96, compreende-se, no Art. 2º, que a educação é de responsabilidade da família e do estado e tem como objetivo desenvolver plenamente o educando, preparando-o para a cidadania e qualificando-o para o trabalho (Brasil,1996). Essa visão, juntamente com os documentos posteriores, permeou as propostas curriculares nacionais, destacando a importância de uma educação científica integrada, contextualizada e crítica, para a formação de cidadãos conscientes e ativos em sociedade.

2.1.1 Características e Pressupostos da ACT

Inicialmente surgiu o termo Alfabetização Científica, a partir da tradução das palavras *scientific literacy*, introduzida por Hurd (1958) em uma de suas publicações. Apesar de atualmente ser um tema amplamente discutido na literatura e utilizado nas áreas de Educação e de Ensino de Ciências, tanto em contextos nacionais quanto internacionais, ainda não há um consenso claro sobre sua definição e formas de aplicação, pois é apresentado por meio de diferentes interpretações (Vizzotto; Pino, 2020).

Para Hurd (1958), o termo *scientific literacy* diz respeito à capacidade que um indivíduo tem de compreender conceitos e processos científicos que os cercam. Ele acreditava que era necessário capacitar as pessoas para entenderem a Ciência e a utilizarem tanto em benefício pessoal, como coletivo (social). Após alguns anos, o autor expandiu sua visão acerca desse termo, destacando que ele deveria abranger a habilidade de entender a relação entre Ciência, tecnologia e sociedade, além de compreender a natureza dinâmica e interdisciplinar do conhecimento científico (Hurd, 1998).

Em um artigo intitulado *Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica*, escrito por Sasseron e Carvalho (2011), foi realizada uma análise sobre o conceito de AC, objetivando explorar diferentes perspectivas. Elas observaram que a literatura estrangeira possui variações no termo usado para descrever o Ensino de Ciências voltado à formação cidadã. Em espanhol, por exemplo, utiliza-se “Alfabetización Científica”; em inglês, “Scientific Literacy”; e em francês, “Alphabétisation Scientifique”. Apesar de distintos, todos possuem um objetivo em comum: capacitar os estudantes a compreenderem e participarem de maneira crítica e ativa dos processos de decisões cotidianas.

Ademais, as autoras revelam que há dificuldades de tradução do termo em diferentes países, incluindo o Brasil. No contexto brasileiro, os debates acadêmicos refletem incertezas sobre a utilização de expressões como "alfabetização científica" (Lorenzetti; Delizoicov, 2001),

“Letramento Científico” (Santos; Mortimer, 2001) ou “Enculturação Científica” (Carvalho; Tinoco, 2006) para tratar da formação cidadã no Ensino de Ciências. Essa dificuldade é evidenciada por pesquisadores de outros países, como o autor Fourez (1994), da Bélgica, que aponta que a UNESCO traduz *literacy* como “cultura” em vez de “alfabetização”. De forma semelhante, na África do Sul, Laugksch (1999) observa que a literatura inglesa adota o termo *scientific literacy*, enquanto os textos publicados em Francês preferem a expressão “*la culture scientifique*”.

Em um momento subsequente do trabalho, essas distinções são esclarecidas. Alguns pesquisadores consideram que o termo “Alfabetização Científica” está associado à assimilação de conceitos e da linguagem científica, enquanto que o termo “Letramento Científico” abrange, além disso, a capacidade de aplicar o conhecimento científico em contextos sociais. Por outro lado, o termo “Enculturação Científica” é adotado por autores que defendem a necessidade de uma integração cultural mais ampla com o universo da Ciência, a fim de alcançar os objetivos propostos pela AC (Sasseron; Carvalho, 2011).

De forma semelhante, no artigo “Scientific Literacy: A Conceptual Overview”, Laugksch (1999) faz análises e destaca a complexidade do termo AC, que possui múltiplos significados, o que contribui para sua caracterização como um conceito difuso e controverso. Para ele, este conceito pode ser entendido de várias formas, dependendo de fatores como os grupos que o discutem, as definições do termo, as visões sobre ser algo relativo ou absoluto, os objetivos que se busca alcançar com ele e até as formas de medir esse conhecimento. Essas variações fazem com que o conceito pareça mal definido, pois combinações diferentes desses fatores geram múltiplas interpretações.

Dentre os vários trabalhos analisados por Laugksch (1999), na busca de um consenso com relação ao conceito de AC, é mencionado o trabalho de Hazen e Trefil (1991), que aborda a diferença existente entre dois termos: “fazer Ciência” e “usar Ciência”. Segundo eles, não é necessário que todas as pessoas saibam conduzir pesquisas científicas, porém, é importante que elas compreendam como os conhecimentos produzidos pelos cientistas podem impactar suas vidas e a sociedade. Para eles, a AC envolve a capacidade de entender e interpretar os resultados divulgados pela Ciência.

Outro trabalho discutido foi o de Pella, O’Hearn e Gale (1966), que analisou 100 publicações entre os anos de 1950 a 1964 com o intuito de compreender quais conceitos eram mais abordados e considerados relevantes quando se discutiam o significado de ser alfabetizado cientificamente. Após a análise, concluíram que esta pessoa deve compreender: (a) conceitos

básicos em Ciência; (b) a natureza da Ciência; (c) a ética que orienta o trabalho do cientista; (d) as inter-relações entre Ciência e sociedade e entre Ciência e humanidade; e (e) as diferenças entre Ciência e tecnologia. Destacaram, ainda, que o entendimento das inter-relações entre Ciência e sociedade, da ética na Ciência e da própria natureza da Ciência é considerado mais relevante do que o conhecimento conceitual, as diferenças entre Ciência e tecnologia e as conexões com a humanidade.

Nesse contexto, outros autores também contribuíram para o aprofundamento dessa discussão. Para Chassot (2022, p.84), “[...] poderíamos considerar a alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem.”. O autor ainda acrescenta que os indivíduos considerados alfabetizados cientificamente devem compreender a importância de transformar o mundo para melhor.

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.48) destacam que “a alfabetização científica é um processo que tornará o indivíduo alfabetizado cientificamente nos assuntos que envolvem a Ciência e a Tecnologia, ultrapassando a mera reprodução de conceitos científicos, destituídos de significados, de sentidos e de aplicabilidade”. Eles consideram que o aprendizado científico vai além da memorização de conceitos, pois deve permitir aos indivíduos compreenderem e aplicarem o conhecimento em diferentes contextos.

Ao discutir sobre compreensões da AC, Milaré e Richetti (2021) apontam, com base em suas leituras e discussões, que:

Uma pessoa alfabetizada cientificamente seria capaz de fazer distinções entre Ciência, especialistas, teorias, evidências, fatos e conhecimento de pseudociências, pessoas sem informação, dogmas, mitos, propaganda, ficção e opinião. Sabe reconhecer a influência da Ciência e Tecnologia na vida das pessoas; as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; a natureza da Ciência; a provisoriedade dos conceitos, leis e teorias científicas; as influências da Ciência e Tecnologia na economia; como a pesquisa científica é realizada; quando as relações entre causa e efeito são ou não estabelecidas. Relaciona a Ciência com aspectos políticos, jurídicos, éticos, morais, culturais. Sabe utilizar o conhecimento científico, reconhecendo as implicações possíveis quando não há elementos suficientes para a tomada de decisões. Compreende a análise e processamento de informações; o trabalho do cientista; e que pode não haver uma resposta única para problemas científicos em contextos pessoais e sociais. Reconhece a demanda pelo trabalho colaborativo e por conhecimentos de diferentes áreas na resolução de problemas, que o processo de Alfabetização Científica abrange aquisição, avaliação, análise, síntese, codificação e utilização das conquistas científicas e tecnológicas em contextos humanos e sociais. Reconhece que a resolução de problemas sociocientíficos pode ter desdobramentos futuros e ter diferentes respostas em curto ou longo prazo, entre outras capacidades (Milaré; Richetti, 2021, p.27).

Essa perspectiva apresentada pelas autoras mostra que ser alfabetizado cientificamente envolve muitas atribuições. Além de saber como a Ciência funciona, conseguir diferenciar fato

de opinião, Ciência de pseudociência, reconhecer a influência da Ciência e da tecnologia na sociedade e entender que o conhecimento científico não é imutável, é necessário ter a capacidade de analisar informações de forma crítica, compreender que nem sempre há uma única resposta certa para um problema e perceber como a Ciência se relaciona com questões sociais, políticas, econômicas e culturais.

Em *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*, Chassot (2022) menciona, ao longo do primeiro capítulo, denominado *Alfabetização científica e cidadania*, que ele acredita haver muitos indivíduos analfabetos científicos. No entanto, destaca que não é possível mensurar essa quantidade, pois não há um teste específico para avaliar esse tipo de analfabetismo. Segundo ele, é viável e simples identificar se uma pessoa é alfabetizada em alguma língua ou disciplina, como matemática, porém, mensurar a leitura de mundo é mais complexo, já que envolve a capacidade de interpretar e compreender fenômenos científicos no cotidiano. A partir disso, o autor faz a seguinte reflexão:

Poderia ser considerado alfabetizado cientificamente quem não soubesse explicar algumas situações triviais de nosso cotidiano? Por exemplo: o fato de o leite derramar ao ferver e a água não; por que o sabão remove a sujeira ou por que este não faz espuma em água salobra; por que uma pedra é atraída para a Terra de maneira diferente de uma pluma; por que no inverno as horas de sol são em menor número do que no verão ou por que quando é primavera no hemisfério sul é outono no hemisfério norte; por que quando produzimos uma muda de violeta a partir de uma folha estamos fazendo clonagem (Chassot, 2022, p.86).

O autor menciona que, mesmo sem saber explicar questões como essas, as pessoas que estão fora da área das Ciências conseguem desenvolver diversas atividades no dia a dia, como ferver o leite ou utilizar o sabão. Da mesma forma, não ser fluente em uma língua estrangeira não impede alguém de viajar para outro país, porém, limita a capacidade de compreender e interagir com o ambiente de forma mais proveitosa. O mesmo ocorre com o conhecimento científico: embora não seja indispensável para executar tarefas cotidianas, sua ausência representa uma desvantagem significativa, já que dificulta a interpretação de fenômenos do cotidiano e a tomada de decisões mais conscientes. Deste modo, conhecer um pouco de Ciência é fundamental, pois contribui para a compreensão crítica do mundo e favorece as vivências diárias.

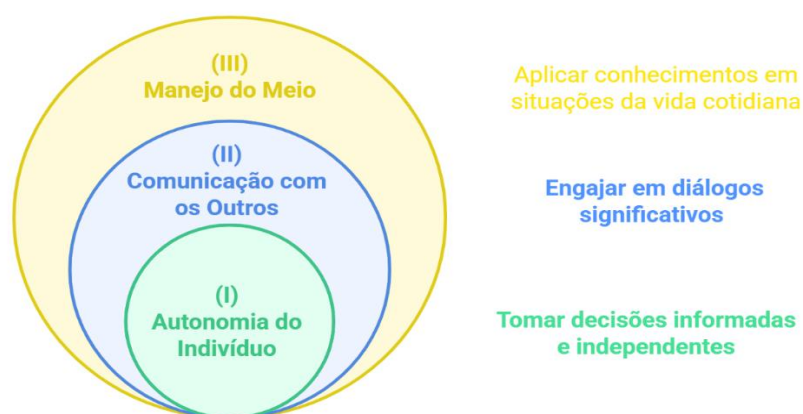
Na obra de Fourez (2005), intitulada *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las Ciencias*, o autor traz o termo ACT como uma necessidade de integrar a compreensão da Ciência às inovações tecnológicas, considerando a crescente influência da tecnologia em todos os aspectos da vida contemporânea. Enquanto a

AC foca na compreensão de conceitos, processos e na natureza da Ciência, a ACT expande esse escopo para incluir o entendimento do papel da tecnologia, suas implicações éticas, sociais, econômicas e ambientais. Para ele, o termo ACT tem se tornado cada vez mais comum, principalmente em países anglo-saxões e no norte da Europa e diz respeito a uma “metáfora que alude à importância que teve a alfabetização no final do século passado: a expressão designa um conjunto de saberes, de capacidades ou de competências que, em nosso mundo técnico-científico, corresponderá ao que foi a alfabetização no século passado” (Fourez, 2005, p.15, traduzido pela autora). Ao estabelecer essa analogia com a alfabetização tradicional, o autor evidencia o caráter estruturante da ACT para a compreensão e atuação no contexto contemporâneo.

O termo é considerado por ele como uma metáfora, pois a palavra “alfabetização”, que originalmente se refere à capacidade de ler e escrever, é utilizada na expressão “alfabetização científica e tecnológica” para descrever a capacidade de compreender e lidar com conhecimentos científicos e tecnológicos. Ou seja, não se trata de aprender a ler e escrever no sentido literal, mas de adquirir habilidades que permitam entender o mundo de forma crítica.

Outrossim, ele também aponta três objetivos principais da ACT, os quais são ilustrados na Figura 1 e detalhados posteriormente.

Figura 1 – Objetivos da ACT segundo Fourez (2005)



Fonte: Elaborado pela autora com base em Fourez (2005), utilizando a ferramenta Napkin AI (2026).

Para o autor, o primeiro objetivo, **a autonomia do indivíduo (componente pessoal)** é uma peculiaridade do indivíduo. Quando uma pessoa é capaz de representar e compreender situações concretas, pode tomar decisões de forma mais racional e independente, sem precisar seguir cegamente instruções ou prescrições externas (Fourez, 2005). Por exemplo, uma pessoa

que entende o funcionamento de um motor a diesel em temperaturas baixas, saberá que é necessário esperar alguns instantes após ligar o motor, para que ele atinja a temperatura ideal antes de acelerar. Porém, alguém que não tenha essa compreensão poderá forçar o motor, aumentar o risco de falhas mecânicas e acabar dependendo das recomendações de um mecânico, tornando-se mais vulnerável a gastos desnecessários ou até a diagnósticos equivocados.

Logo, é necessário valorizar os conhecimentos que aumentem nossa autonomia e que nos ajudem a interagir com especialistas de maneira mais equilibrada, em vez de depender passivamente deles.

Com relação ao segundo objetivo, **a comunicação com os outros (componente cultural, social, ético e teórico)**, o autor destaca a importância de ter conhecimento sobre um assunto para debatê-lo de forma mais aprofundada com outras pessoas. A ausência de conhecimento, nesse contexto, compromete a capacidade de diálogo, a formulação de soluções para diferentes problemas e torna o indivíduo mais dependente de informações externas, o que o faz mais vulnerável a manipulações.

Nesse sentido, Fourez argumenta que o conhecimento e a teoria possuem papéis fundamentais na comunicação humana, pois estão relacionados ao compartilhamento de experiências e vivências. Para ilustrar esse ponto, ele diferencia teoria e prescrição (ou receita). Enquanto a teoria nos possibilita entender situações do dia a dia e nos dá as ferramentas necessárias para que possamos comunicar nossas experiências aos outros, a prescrição ou receita, por outro lado, limita essa comunicação, pois impõe uma forma de agir sem abrir espaço para o diálogo, ou seja, não promove a troca de ideias, apenas orienta o que deve ser seguido, sem considerar as perspectivas dos envolvidos (Fourez, 2005).

Assim, a comunicação deve ir além das instruções, englobando conceitos, palavras e ideias que ajudem às pessoas a entenderem o que está sendo vivido e compartilhado. A construção de teorias promove um espaço de diálogo entre os envolvidos, o que facilita a comunicação em diversos contextos sociais e culturais e possibilita as discussões sobre questões éticas.

Já o terceiro objetivo, **o manejo de meio (componente econômico)**, diz respeito à capacidade que o indivíduo deve ter de conseguir lidar com situações e problemas cotidianos, aplicando conhecimentos científicos e tecnológicos para tomar decisões mais conscientes e responsáveis. Um exemplo disso é entender que não é indicado recongelar um alimento depois de descongelado, pois isso pode favorecer a proliferação de bactérias e aumentar o risco de intoxicação alimentar (Fourez, 2005).

Em suma, compreende-se que a ACT envolve a utilização do conhecimento para agir, se comunicar e tomar decisões responsáveis. Em consonância a isto, Milaré e Alves Filho (2010) apontam que a ACT envolve as capacidades de argumentar, negociar e dialogar com indivíduos, além de possibilitar o enfrentamento de questões concretas de forma racional, integrando o saber-fazer ao poder-fazer.

Já Milaré e Richetti (2021) compreendem que,

Alfabetizar científica e tecnologicamente implica em um processo de conscientização no uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos, associados a outros tipos de conhecimentos e aspectos, que pode transformar as pessoas e, consequentemente, interferir nos contextos sociais, políticos e econômicos (Milaré; Richetti, 2021, p.37).

Além da perspectiva apresentada por esses autores supracitados, Lorenzetti (2021, p.54) discute a promoção da ACT, ressaltando que “A alfabetização científica e tecnológica está relacionada com o processo de tomada de decisões, no qual se pressupõe que, em posse de conhecimentos científicos, os indivíduos farão melhores escolhas em sua vida diária.”. Ele acredita que esse processo deve desenvolver habilidades que os tornem capazes de pensar criticamente sobre Ciência e Tecnologia. Nesse contexto, o autor amplia essa compreensão ao traduzir 14 habilidades propostas pela National Science Teachers Association (NSTA) e apresentada por Fourez (2005, p.25-36), que uma pessoa alfabetizada cientificamente e tecnologicamente deve apresentar, a saber:

a) Utiliza conceitos científicos e é capaz de integrar valores e conhecimentos para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana; b) Compreende que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as tecnologias, tanto como as Ciências e as tecnologias marcam a sociedade; c) Compreende que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as tecnologias pelo viés das subvenções que ela concede; d) Reconhece bem os limites como a utilidade das Ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano; e) Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los; f) Aprecia a Ciência e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam; g) Compreende que a produção de saberes científicos depende ao mesmo tempo de processos de pesquisa e de conceitos teóricos; h) Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal; i) Reconhece a origem da Ciência e compreende que o saber científico é provisório e sujeito às mudanças de acordo com a acumulação de resultados; j) Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implícitas em sua utilidade; k) Possui suficiente saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; l) Retira de sua formação científica uma visão do mundo mais rico e mais interessante; m) Conhece as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorre a elas por ocasião da tomada de consciência; n) Tem uma certa compreensão da maneira pela qual as Ciências e as tecnologias foram produzidas na história (Lorenzetti, 2021, p.53).

Sobre isso, o autor enfatiza que essas habilidades podem ser desenvolvidas em sala de aula, pelos docentes, a partir da abordagem de temas que possuam relevância social e científica, assim como também, por meio da utilização de metodologias que trabalhem a reflexão, a tomada de decisões e a aplicação do conhecimento em situações cotidianas.

Concorda-se com Chassot (2022, p.92), que ainda há muitos aspectos a serem transformados e para isso é necessário ter coragem, pois “a busca de alternativas para oferecer uma alfabetização científica aos homens e mulheres para fazê-los cidadãos e cidadãs mais críticos é nosso continuado, mas aparentemente novo desafio”. Nesse sentido, entende-se que a ACT não é um estado definitivo, mas sim um processo constante, em que a reflexão e o desenvolvimento acompanham as transformações da sociedade e as novas demandas do conhecimento, desafiando-nos continuamente a avançar nesse caminho.

Neste trabalho, optou-se pela expressão “Alfabetização Científica e Tecnológica” para se referir ao processo de capacitação dos indivíduos, permitindo-lhes compreender, interpretar e utilizar conhecimentos científicos e tecnológicos em suas vidas cotidianas. Baseado na concepção de Fourez (2005), compreende-se que a ACT não se limita ao domínio de conteúdos específicos, mas busca alcançar o desenvolvimento de habilidades críticas, necessárias para que os cidadãos possam tomar decisões informadas e exercer sua cidadania de maneira consciente e fundamentada. Em um mundo cada vez mais influenciado pelos avanços científicos e tecnológicos, essa capacitação se torna essencial para promover uma sociedade mais justa e participativa.

2.2 A relação entre ACT e CSC no contexto da formação docente

A ACT é um conceito em crescimento na pesquisa em Educação em Ciências no Brasil e vem sendo discutido desde a década de 1990 (Lorenzetti, 2016). Além disso, a ACT é vista como o objetivo principal da aprendizagem e do Ensino, pois visa ampliar o conhecimento da população em geral sobre Ciência e tecnologia, ao mesmo tempo em que promove a formação cidadã (Santos; Mortimer, 2000; Krupczak; Lorenzetti; Aires, 2020).

Juntamente à promoção da ACT, discute-se a abordagem da educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que busca promover uma compreensão mais holística e interdisciplinar da Ciência e Tecnologia. Seu principal objetivo é ir além do Ensino tradicional de conceitos científicos e tecnológicos, incorporando elementos sociais, ambientais e éticos nas discussões educacionais (Auler; Bazzo, 2001; Souza Filho; Vasconcelos; Nunes, 2021).

Ademais, a CTSA busca capacitar os alunos a entenderem como a Ciência e a tecnologia afetam e são afetadas pela sociedade e pelo meio ambiente, possibilitando-os desenvolverem habilidades críticas de pensamento, promovendo uma visão mais completa dos desafios e oportunidades que surgem da interação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade (Maestrelli; Lorenzetti, 2017).

Em uma pesquisa intitulada *Ensino de soluções Químicas por meio da abordagem ciência-tecnologia-Sociedade (CTS)*, Niezer (2012) buscou promover a ACT e o enfoque CTS através de uma abordagem pedagógica que integra o conteúdo de “Soluções” ao cotidiano de alunos da 2ª série do Ensino Médio em um curso Técnico em Agropecuária. Ela utilizou uma abordagem interdisciplinar, envolvendo discussões sobre as relações sociais da Ciência e da Tecnologia; atividades práticas, reflexivas e observação participante foram empregadas para engajar os alunos; a autora elaborou um guia didático para orientar outros professores de Química do Ensino Médio a adotar estratégias semelhantes. Isso resultou em alunos mais apropriados de conceitos, críticos e conscientes das implicações sociais da Ciência e Tecnologia.

No entanto, a integração eficaz da ACT e da educação CTS/CTSA nas escolas não é uma tarefa simples, pois implica em repensar currículos, métodos de ensino e abordagens pedagógicas, o que deve estar associado a reflexões constantes e à formação de professores, para que possam facilitar discussões sobre questões sociocientíficas e promover uma abordagem interdisciplinar que incorpore diversas disciplinas, como Biologia, Química, Física, História, Ética, Sociologia, dentre outras (Garcia *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2022).

Conrado (2017) e Duso (2017) destacam que a utilização de CSC no Ensino de Ciências apresenta-se como uma alternativa para se trabalhar com os objetivos da ACT, de modo a potencializar a aprendizagem de conceitos acadêmicos e contribuir para o crescimento cognitivo, social, político e ético dos indivíduos.

Deste modo, segundo Fonseca e Duso (2020), as CSC consistem em questões que envolvem dilemas éticos, políticos ou sociais relacionados à Ciência e tecnologia, exigindo consideração de diferentes perspectivas e decisões informadas, por isso, não são facilmente solucionadas.

Corroborando com este pensamento, Fonseca, Duso e Hoffmann (2017) estabelecem que para uma questão ser considerada uma CSC é necessário seguir alguns critérios, a saber:

- (i) surgir de impactos sociais de inovações científico-tecnológicas que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral; (ii) permitir a discussão entre duas ou mais partes envolvidas sobre determinada controvérsia,

na qual estão em jogo suas crenças e argumentações; e (iii) suscitar indecisão, em que as pessoas possam se encontrar divididas porque essa reflexão envolve juízos de valor que impossibilitam a sua resolução apenas através da análise das evidências ou da experiência (Fonseca; Duso; Hoffmann, 2017, p.892-893).

Em resumo, os autores destacam que as CSC geralmente surgem quando novas descobertas científicas ou avanços tecnológicos têm impactos significativos na sociedade. Esses impactos podem gerar divisões e debates tanto entre cientistas quanto entre membros da sociedade em geral, porque diferentes pessoas podem ter visões conflitantes sobre as implicações e consequências dessas inovações.

Neste contexto, Krupczak e Aires (2020, p.6) afirmam que “São exemplos de CSC os alimentos transgênicos, a utilização excessiva de celulares, a clonagem, o uso de biocombustíveis, a construção de barragens e o aquecimento global, entre outros.”. Estes exemplos citados são alguns dos muitos temas existentes e que podem ser integrados em currículos educacionais, de modo a capacitar os alunos a desenvolverem habilidades críticas, tomar decisões fundamentadas e participar de discussões construtivas que poderão moldar o futuro coletivo.

Autores como Marandino, Leite e Junior (2023) evidenciam que a importância da relação entre CSC e CTSA está sendo enfatizada por estudos na área de educação em Ciências, pois, ao lidar com questões que envolvem aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos e morais, essas abordagens mostram-se como auxílio para ajudar os professores e alunos a compreenderem melhor como o conhecimento científico é construído. Isso, por sua vez, pode promover a ACT e o aprimoramento da formação de professores.

Dado o exposto, compreende-se que a integração da ACT no Ensino de Ciências desempenha um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e informados, assim como também a utilização de CSC emerge como uma estratégia promissora para atingir esses objetivos, desafiando os alunos a considerarem diferentes perspectivas e a tomarem decisões informadas diante de questões complexas relacionadas à Ciência e tecnologia. De acordo com os pesquisadores, as CSC abrem espaço para a reflexão crítica e contribuem para uma educação mais significativa e relevante, capaz de formar cidadãos aptos a enfrentarem os desafios do século XXI.

2.3 Os Três Momentos Pedagógicos no Ensino de Ciências

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) consistem em: Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento. Essa proposta metodológica foi desenvolvida com o objetivo de estruturar o processo de Ensino-aprendizagem a partir de situações-problema, promovendo a articulação entre os conhecimentos prévios dos estudantes, os conceitos científicos sistematizados e sua aplicação em diferentes contextos. Acrescenta-se que os 3MP são fundamentos em uma perspectiva crítico-dialógica e inspirados na pedagogia freiriana.

Consoante os autores, no primeiro momento: Problematização inicial, “Apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução de conhecimentos contidos nas teorias científicas.” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011, p.200).

Portanto, é importante que, nesse momento, o professor trabalhe com notícias, relatos, reportagens, estudos de caso, dentre outros recursos que abordem questões que os alunos conheçam e vivenciem, de modo a despertar o interesse. É necessário que a questão discutida os leve a perceber que apenas os conhecimentos prévios que possuem não são suficientes para resolver a problemática, criando assim, a necessidade da introdução de novos conceitos.

O segundo momento: Organização do conhecimento, configura-se como a “etapa em que esses conhecimentos serão sistematicamente estudados sob a orientação do professor” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011, p.201). Deste modo, deve-se utilizar diferentes metodologias e estratégias de Ensino que envolvam os alunos de forma dinâmica e colaborativa.

Salienta-se que este momento não deve ser entendido como um processo meramente transmissivo, em que o professor repassa os conteúdos, mas sim como uma oportunidade de possibilitar ao público-alvo construir o conhecimento por meio do diálogo e da troca de ideias.

Nessa linha, o terceiro momento: Aplicação do conhecimento, “Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011, p.202). Este momento requer a retomada da problematização inicial para avaliar se os alunos são capazes de aplicar o conhecimento adquirido em diferentes contextos.

Essa proposta metodológica tem sido objeto de investigação em estudos da área de Ensino de Ciências, os quais vêm aplicando essa abordagem em diferentes contextos

educacionais, analisando suas contribuições para a aprendizagem, a participação dos estudantes e a contextualização dos conteúdos científicos. A seguir, apresentam-se alguns trabalhos que discutem e utilizam os 3MP no âmbito do Ensino de Ciências.

No artigo intitulado “Divulgação Científica e os Três momentos Pedagógicos: Contribuições à formação de professores de Química”, Cavassani et al. (2024) apresentam e discutem um relato de experiência de divulgação científica desenvolvido por licenciandos em Química com 96 alunos do primeiro e segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública de tempo integral, tomando os 3MP como referência para o planejamento das ações.

A experiência foi realizada ao longo de 10 semanas e envolveu a coleta de questões científicas elaboradas pelos estudantes, a investigação e sistematização dos conhecimentos necessários à compreensão dessas questões, a realização de atividades experimentais e a produção de materiais escritos e visuais destinados à divulgação dos conteúdos trabalhados no ambiente escolar. A partir disso, os autores indicam que a articulação entre divulgação científica e os 3MP possibilitou a criação de um ambiente favorável à participação e à motivação dos estudantes, promovendo a reflexão sobre situações do cotidiano e sua contextualização científica, além de contribuir para os processos de AC e para a formação profissional dos licenciandos em Química.

No artigo “O Ensino de Ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos”, Souza e Valadares (2022) também utilizaram essa abordagem. Os autores desenvolveram e aplicaram uma SD composta por seis aulas, com 34 estudantes do Ensino Médio de uma escola Estadual de Belo Horizonte – MG, organizada a partir da temática mineração. A proposta objetivou analisar as mudanças de concepção dos alunos sobre os impactos da mineração após as intervenções.

As atividades envolveram análise de imagens, reportagens e documentários, jogo de tabuleiro, visita orientada, estudo de caso, entrevistas e debates, organizadas de modo a favorecer a dialogicidade ao longo do processo. A partir disso, os autores apontaram que a dinâmica das atividades, articulada aos 3MP, possibilitou que os estudantes incorporassem conhecimentos, se posicionassem e tomassem decisões fundamentadas acerca da temática, contemplando dimensões científicas, sociais, ambientais, econômicas e políticas.

Na dissertação de mestrado intitulada “Interseções entre os Diálogos Freireanos e a Perspectiva CTS: Traçando Itinerários Formativos em Ciências da Natureza”, o objetivo geral da dissertação foi ofertar uma formação continuada a professores de Ciências da Natureza de uma escola de Ensino Médio, articulando temas geradores à perspectiva Ciência, Tecnologia e

Sociedade (CTS), para possibilitar a elaboração de SD voltadas aos itinerários formativos do Novo Ensino Médio da área de Ciências da Natureza (Oliveira, 2026). A formação foi estruturada a partir dos 3MP, utilizados como base metodológica para organizar e orientar a construção das SD, promovendo uma prática contextualizada, dialógica e crítica. Ao final, observou-se que os professores demonstraram maior segurança, autonomia e clareza metodológica na elaboração de SD.

Desse modo, os estudos apresentados indicam que os 3MP podem contribuir para o envolvimento dos estudantes, para a relação entre os conteúdos científicos e o cotidiano e para a construção de posicionamentos mais críticos no Ensino de Ciências, aspectos que vão ao encontro de pressupostos da ACT. Com base nessas contribuições, essa proposta metodológica é adotada como referência para a organização das atividades desenvolvidas nesta dissertação.

2.4 Qualidade da água para consumo humano: parâmetros físico-químicos, legislação brasileira e métodos de análise

Os recursos hídricos desempenham um papel importante na manutenção da vida humana, dos ecossistemas e no desenvolvimento das populações (Ejiohuo *et al.*, 2025; Li; Wu, 2023). Tal relevância decorre da ampla dependência da sociedade em relação à água para suprir necessidades básicas e estratégicas, como o abastecimento humano, a produção de alimentos a geração de energia, entre outras atividades essenciais (Akhtar *et al.*, 2021; Xavier; Quadros; Silva, 2022; Molajou *et al.*, 2023). Dessa forma, a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos impactam diretamente a saúde pública, o bem-estar da população e o desenvolvimento social e econômico das nações (Ringler *et al.*, 2022; Monteiro; Costa; Pereira, 2023).

Nesse sentido, discutir a qualidade da água no âmbito da formação inicial de professores de Química implica não apenas apresentar parâmetros técnicos, mas compreender como o conhecimento químico se articula com questões sociais, ambientais e políticas que atravessam a realidade contemporânea.

O Brasil destaca-se no cenário mundial pela elevada disponibilidade de recursos hídricos, concentrando aproximadamente 12% de toda a água doce do planeta e mais da metade dos recursos hídricos da América do Sul. Desse total, cerca de 70% encontram-se na Bacia Amazônica, enquanto a parcela restante está distribuída entre as demais regiões do país. Essa expressiva disponibilidade hídrica é responsável por suprir aproximadamente 93% da população brasileira, atendendo não apenas ao abastecimento humano, mas também às

demandas dos setores agrícola, industrial e doméstico (Bicudo; Tundisi; Scheuenstuhl, 2010; Val *et al.*, 2016).

A qualidade da água é influenciada por diversos fatores que caracterizam uma bacia hidrográfica, incluindo as formas de uso e ocupação do solo, as condições climáticas, a topografia, a geologia e a cobertura vegetal. Dessa forma, a composição e o estado da água refletem a interação entre elementos de origem natural e as intervenções humanas ao longo do território (Lima, 2008).

No Brasil, os critérios legais que estabelecem os parâmetros de qualidade da água e definem os limites aceitáveis para os diferentes usos dos recursos hídricos são regulamentados pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), especialmente por meio da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), bem como suas atualizações e complementações posteriores. No que se refere especificamente à água destinada ao consumo humano, os padrões de potabilidade são definidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, atualmente em vigor (Brasil, 2021). No estado do Ceará, o monitoramento e a gestão da qualidade dos recursos hídricos são realizados por órgãos estaduais, com destaque para a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), vinculada à Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), que desenvolve ações sistemáticas de acompanhamento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas por meio de programas de monitoramento e da aplicação de índices de qualidade da água, subsidiando a gestão e o planejamento do uso desse recurso no Estado.

Embora esses critérios sejam formalizados em documentos normativos, sua definição resulta da articulação entre evidências científicas, avaliação de riscos, viabilidade técnica e decisões políticas, evidenciando que o conhecimento químico aplicado à gestão da água não é neutro, mas socialmente situado. Essa característica revela o potencial controverso da temática, sobretudo em contextos nos quais a qualidade da água afeta diretamente comunidades específicas.

2.4.1 Classificação das águas e salinidade segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005

A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como condições e padrões de lançamento de efluentes. Embora essa resolução não trate diretamente da potabilidade da água, ela é fundamental para a classificação das águas naturais quanto à salinidade, fornecendo subsídios técnicos para a compreensão da origem e da natureza dos sais dissolvidos.

A salinidade da água representa o teor total de sais dissolvidos em um determinado volume, sendo usada como um indicador da concentração de íons como Cloreto (Cl^-), Sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{2+}) e Magnésio (Mg^{2+}). Esse parâmetro é frequentemente estimado por meio da condutividade elétrica, pois a presença de íons afeta diretamente a capacidade da água de conduzir corrente elétrica. A variação da salinidade entre regiões ocorre em função de processos naturais como evaporação, precipitação, escoamento superficial e interações com ambientes marinhos ou glaciais, os quais determinam a origem e o acúmulo de sais nos sistemas aquáticos (Kaushal *et al.*, 2025; Lafrenière; Sharp, 2005). Nesse sentido, a análise da salinidade permite uma leitura mais ampla das interações entre processos naturais e as características químicas da água.

A análise da salinidade, portanto, não se restringe à mensuração de íons dissolvidos, mas permite compreender como processos naturais e intervenções humanas interagem na configuração das características químicas da água, aspecto relevante para a problematização de questões sociocientíficas no Ensino de Química.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, as águas podem ser classificadas quanto ao teor salino em: águas doces (salinidade $\leq 0,5 \text{ ‰}$), águas salobras (salinidade $> 0,5 \text{ ‰}$ e $< 30 \text{ ‰}$) e águas salinas (salinidade $\geq 30 \text{ ‰}$), conforme critérios normativos para enquadramento e proteção ambiental de corpos hídricos no Brasil (Brasil, 2005).

Estudos científicos de Oliveira *et al.* (2018) e Klassen e Allen (2017) relatam que os sistemas aquíferos costeiros demonstram que a intrusão salina causada pela migração de água do mar para aquíferos subterrâneos é um fenômeno relevante em regiões costeiras e pode comprometer a qualidade das águas utilizadas para abastecimento humano e outras finalidades, sobretudo quando há exploração intensa ou condições hidrogeológicas favoráveis à entrada de água salina.

Em particular, no município de Icapuí (CE), a vulnerabilidade de sistemas aquíferos costeiros à intrusão marinha tem sido avaliada com base em parâmetros físico-químicos e índices como o método GALDIT (Araújo *et al.*, 2023), que considera a proximidade ao mar, condutividade hidráulica e razões iônicas associadas à salinização, evidenciando áreas com vulnerabilidade média e alta à salinização por intrusão marinha e alterações nas propriedades da água que afetam sua aptidão ao consumo humano.

A compreensão desses aspectos no contexto da formação docente possibilita discutir tanto os fundamentos químicos envolvidos, como também os impactos sociais da intrusão salina, favorecendo uma leitura integrada entre ciência, tecnologia e sociedade.

2.4.2 Padrões de potabilidade da água para consumo humano: Portarias nº 2.914/2011 e GM/MS nº 888/2021

A potabilidade da água no Brasil é regulamentada pelo Ministério da Saúde (MS), que estabelece os padrões de qualidade a serem atendidos nos sistemas de abastecimento público. Durante muitos anos, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, foi o principal instrumento normativo nesse campo, sendo posteriormente revogada e substituída pela Portaria GM/MS nº 888, atualmente em vigor. Ambas as portarias definem parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e organolépticos que devem ser monitorados para garantir que a água distribuída à população seja segura para o consumo humano. No que se refere aos aspectos químicos, destacam-se parâmetros diretamente relacionados à salinidade da água, tais como pH, sólidos totais dissolvidos (STD, do inglês *Total Dissolved Solids – TDS*), condutividade elétrica e concentração de íons cloreto (Cl^-).

A existência de diferentes portarias ao longo do tempo evidencia o caráter dinâmico da ciência, uma vez que os parâmetros de qualidade podem ser revisados a partir de novas evidências científicas e mudanças nas demandas sociais, reforçando a compreensão da natureza da ciência como processo histórico e provisório.

O potencial Hidrogeniônico (pH) representa uma medida que expressa o grau de acidez ou alcalinidade de um meio aquoso, sendo determinado pela concentração de íons hidrogênio (H^+). Em termos matemáticos, o pH é definido como o logaritmo negativo da atividade desses íons, refletindo a intensidade das condições químicas de um sistema líquido. Valores de pH abaixo de 7 indicam meio ácido, enquanto valores acima de 7 correspondem a condições alcalinas, tornando esse parâmetro essencial para a avaliação da qualidade das águas naturais e ambientais (Boyd, 2015; Saalidong *et al.*, 2022).

A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece que o pH da água de distribuição deve manter-se entre 6,0 e 9,5, intervalo considerado adequado para evitar corrosão de tubulações, incrustações e desconforto sensorial ao consumidor (Brasil, 2021).

O pH exerce influência direta sobre o equilíbrio químico das espécies presentes na água, modificando a forma iônica ou molecular (Pinheiro *et al.*, 2021). O controle do pH é fundamental no tratamento de água, pois influencia diretamente a eficiência de etapas como coagulação, floculação e desinfecção, além de garantir a qualidade e a segurança da água

distribuída à população. A manutenção adequada desse parâmetro é essencial para assegurar o equilíbrio químico dos processos e a potabilidade da água tratada (Funasa, 2013).

Ao abordar o pH no contexto da formação docente, torna-se possível evidenciar como conceitos químicos abstratos se materializam em decisões técnicas e regulatórias que impactam diretamente a vida cotidiana da população.

Nos sistemas de abastecimento de água, o pH assume um papel crítico, pois valores reduzidos de pH favorecem a corrosão das tubulações, o que pode levar à liberação de metais e degradação da água ao longo da rede, enquanto níveis elevados podem contribuir para a formação de incrustações pela precipitação de sais minerais, alterando a qualidade da água distribuída (Tian *et al.*, 2022). O controle e monitoramento do pH em estações de tratamento de água (ETAs) são fundamentais para garantir a eficiência dos processos físico-químicos, como coagulação, floculação e desinfecção. Manter o pH dentro de uma faixa adequada favorece a remoção de partículas e turbidez, potencializa a ação de agentes desinfetantes como o cloro e minimiza danos à infraestrutura causados por corrosão ou incrustações (Bandh e Mushtaq, 2025; Gitis e Hankins, 2018).

No que se refere aos sólidos totais dissolvidos, a Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece o valor máximo permitido de 500 mg/L, para a água destinada ao consumo humano (Brasil, 2021). Os STD correspondem à soma de todas as substâncias inorgânicas e orgânicas dissolvidas na água, incluindo íons como Cálcio, Magnésio, Sódio, Cloreto, Sulfato e Bicarbonato. Esses compostos influenciam diretamente parâmetros físico-químicos, como condutividade elétrica e salinidade, além de servirem como indicadores da mineralização e qualidade da água. Concentrações elevadas de STD podem resultar de processos naturais, como intemperismo de rochas e evaporação, ou de fontes antrópicas, como descarga de efluentes domésticos e industriais, uso de fertilizantes e intrusão salina em regiões costeiras (Boyd, 2019; Rusydi, 2018; Pushpalatha *et al.*, 2022).

A discussão desses limites, quando articulada a contextos locais como o de regiões costeiras afetadas pela salinização, favorece a problematização de possíveis conflitos entre disponibilidade hídrica, qualidade da água e saúde pública.

Já para os íons cloreto, o limite máximo permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 é de 250 mg/L (Brasil, 2021). Essas substâncias estão naturalmente presentes nas águas subterrâneas e superficiais, podendo ter origem tanto geológica, resultante da dissolução de minerais e sais, quanto antrópica, proveniente de descargas de efluentes domésticos, industriais, lixiviação de fertilizantes e, em regiões costeiras, da intrusão salina. Em concentrações

moderadas, os cloretos não representam riscos à saúde, porém, níveis elevados podem conferir à água sabor salgado e causar corrosão em sistemas de distribuição e equipamentos metálicos, além de indicar possível contaminação por água do mar ou resíduos urbanos (Boyd, 2019; WHO, 2017).

Estudos, como o de Mélo *et al.* (2023) sobre aquíferos costeiros do Nordeste brasileiro, apontam que níveis elevados de cloretos são frequentemente associados à salinização natural e intrusão marinha, exigindo monitoramento constante para garantir a potabilidade da água.

A condutividade elétrica constitui um parâmetro importante na avaliação da qualidade de águas subterrâneas e de abastecimento, que embora não seja estabelecida como normativo de potabilidade pela Portaria GM/MS nº 888/2021, esse indicador reflete a capacidade da água de conduzir corrente elétrica (Hem, 1985; Rusydi, 2018), sendo diretamente proporcional à concentração de íons dissolvidos (Cl^- , Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+}), constituintes que influenciam a salinidade e aos Sólidos Totais Dissolvidos.

Assim, a abordagem desses parâmetros físico-químicos, no âmbito desta pesquisa, ultrapassa a dimensão técnica, configurando-se como oportunidade para refletir sobre como o conhecimento químico é produzido, validado e aplicado em contextos reais.

2.4.3 Determinação de íons cloreto em água potável: o método argentométrico de Mohr

A determinação da concentração de íons cloreto é uma das análises químicas mais relevantes no controle da qualidade da água potável, devido à sua relação direta com a salinidade e com as características organolépticas da água. Entre os métodos clássicos utilizados para essa finalidade, destaca-se o método argentométrico de Mohr (Apha; Awwa; Wef, 2017).

O método de Mohr baseia-se em uma titulação por precipitação, na qual os íons cloreto presentes na amostra reagem com uma solução padrão de nitrato de prata (AgNO_3), formando um precipitado branco de cloreto de prata (AgCl). O ponto final da titulação é indicado pela formação de um precipitado vermelho-tijolo de cromato de prata (Ag_2CrO_4), resultante da reação entre o excesso de íons prata e o indicador cromato de potássio (Vogel, 2002).

Esse método é amplamente utilizado em análises de água potável por apresentar simplicidade operacional, boa precisão e aplicabilidade didática, sendo especialmente adequado para atividades experimentais no Ensino de Química. Além disso, os resultados que são obtidos permitem a comparação direta com os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, favorecendo a interpretação crítica da potabilidade da água analisada.

Além de sua relevância analítica, o método de Mohr permite discutir aspectos da natureza da ciência, como a importância da padronização de soluções, da precisão experimental e da interpretação de resultados à luz de modelos teóricos, contribuindo para uma compreensão mais crítica do fazer científico.

No contexto desta dissertação, a utilização do método de Mohr possibilita a articulação entre conceitos químicos e uma problemática real relacionada à qualidade da água de abastecimento, fortalecendo a abordagem da CSC sobre a salinidade da água e evidenciando o potencial formativo dessa temática para a promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores.

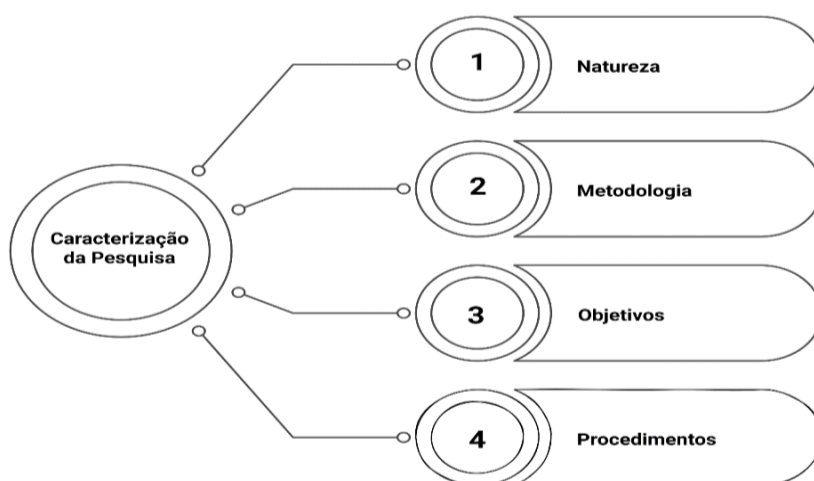
3 PERCURSO METODOLÓGICO

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, descrevendo sua natureza, abordagem, objetivos, procedimentos e técnicas utilizadas para a produção e análise dos dados.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Consoante Nascimento e Sousa (2016), a pesquisa pode ser classificada de diferentes formas, levando em consideração sua natureza, os métodos ou abordagens metodológicas adotadas, os objetivos que pretende alcançar e os procedimentos utilizados (Figura 2).

Figura 2 – Classificação da Pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora com base em Nascimento e Sousa (2016), utilizando a ferramenta Napkin AI (2026).

Deste modo, quanto à natureza, a presente pesquisa caracteriza-se como um estudo aplicado, pois busca gerar conhecimento voltado à solução de um problema específico na

formação inicial de professores de Química. O foco está na utilização de uma CSC para promover a ACT, visando uma aplicação prática em um contexto educacional particular.

Quanto à abordagem metodológica, classifica-se como qualitativa, pois o estudo está centrado na interpretação do fenômeno investigado no contexto da SD (Coutinho, 2015). Nessa perspectiva, a análise considerou a realidade em que os sujeitos estavam inseridos e a particularidade do contexto estudado, valorizando a compreensão do processo tal como ele ocorre.

Ressalta-se que, embora tenha sido aplicado um questionário com itens do tipo Likert (Apêndice A), o qual foi detalhado mais à frente, seus resultados foram utilizados como apoio descritivo e comparativo (frequências e percentuais) para observar tendências de posicionamento entre o momento inicial e o final, sem pretensão de realizar inferências estatísticas. Assim, prevalece o enfoque qualitativo ao invés do quantitativo, uma vez que a compreensão dos dados se constrói principalmente a partir da leitura interpretativa dos registros e produções desenvolvidos durante a SD, em diálogo com o referencial teórico adotado.

Com relação aos objetivos da pesquisa, classifica-se como descritiva. O caráter descritivo está presente na análise detalhada do impacto da SD proposta, investigando as percepções e o desenvolvimento das habilidades dos licenciandos e suas possíveis implicações para a prática docente.

Quanto aos procedimentos utilizados, caracteriza-se como um estudo de caso, que é reconhecido como uma abordagem eficaz para investigar fenômenos contemporâneos, para explorar situações do mundo real sem limites claros, preservar a unidade do objeto de estudo, descrever o contexto da pesquisa, formular hipóteses, desenvolver teorias e explicar variáveis causais em cenários complexos (Yin, 2014; Gil, 2022). Essa abordagem permite uma análise profunda das complexidades de situações reais, considerando todos os fatores contextuais que podem afetar o fenômeno de estudo (Gil, 2022).

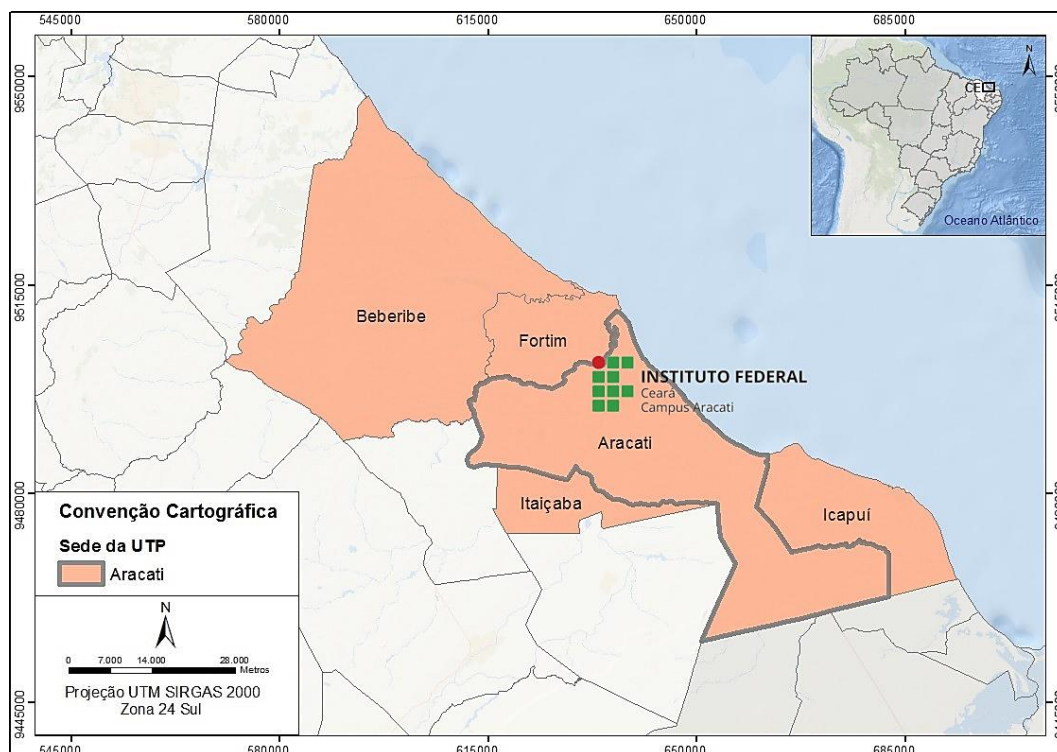
No contexto desta pesquisa, o fenômeno contemporâneo de estudo consiste na integração de uma CSC dentro do contexto real da formação inicial de professores de Química, considerando os múltiplos fatores contextuais que podem influenciar essa integração, tais como atitudes dos alunos, contexto sociocultural, dentre outros.

3.2 Locus da pesquisa e público-alvo

Esta pesquisa foi conduzida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Aracati, situado na Rodovia CE-040, km 137,1, em uma região conhecida por suas belezas naturais e pela rica herança cultural (Figura 3). A cidade de Aracati,

comumente chamada de “terra dos bons ventos”, foi fundada em 1747¹ e localiza-se a aproximadamente 150 km da capital cearense, Fortaleza.

Figura 3 - Representação cartográfica do município de Aracati (CE) com *campus* do IFCE



Fonte: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (2017). Adaptado pela Autora.

A cidade é famosa por seu conjunto arquitetônico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), que inclui sobrados e igrejas com azulejos portugueses². Além disso, Aracati destaca-se pela famosa praia de Canoa Quebrada, a qual atrai visitantes de diversas partes do Brasil e do mundo, dinamizando a economia local e promovendo o desenvolvimento regional.

O público-alvo desta pesquisa foi composto por estudantes do curso de Licenciatura plena em Química do IFCE – *Campus* Aracati, participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Este curso foi implementado no primeiro semestre de 2017 e possui uma carga horária total de 3.800 horas-aula e uma duração mínima de 9 semestres (4,5 anos). Suas atividades são distribuídas entre disciplinas teóricas, práticas, estágio curricular supervisionado e atividades acadêmicas-científicas-culturais. O curso é oferecido semestralmente, de forma presencial, totalizando 60 vagas anuais disponíveis no turno noturno.

¹ **ARACATI.** *O Município*. Disponível em: <https://aracati.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 20 mar. 2024

² **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** *Detalhes sobre o patrimônio*. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/248>. Acesso em: 20 mar. 2024.

De acordo com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC), o objetivo principal da licenciatura é formar futuros professores de Química com conhecimentos teóricos e práticos sólidos, capacitando-os para atuar nos diferentes níveis da Educação Básica e, assim, contribuir para o desenvolvimento educacional e social da região e do país como um todo.

Outrossim, destaca-se que o PIBID consiste em uma iniciativa do Ministério da Educação vinculada à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), para incentivar a formação de professores e a melhoria da Educação Básica no território nacional. Por meio desse programa, os licenciandos têm a oportunidade de vivenciar o cotidiano das escolas públicas, participando de atividades pedagógicas supervisionadas que visam fortalecer sua formação teórica e prática e a construção da identidade docente. Cumpre destacar ainda que, a CAPES concede bolsas aos estudantes, aos professores da escola parceira e aos docentes das Instituições de Ensino Superior (IES), criando um ambiente de cooperação entre universidade e escola (Brasil, 2025).

No IFCE – *Campus Aracati*, esta é a segunda vez em que o curso de Licenciatura em Química é contemplado com o programa, tendo a primeira participação ocorrido no ano de 2018. A atual edição teve início em 2024 e conta com 24 licenciandos vinculados, os quais desenvolvem atividades em escolas públicas da região, sob supervisão de professores da escola e sob orientação de docentes da IES.

Dado o exposto, a seleção dos participantes foi realizada por amostragem por conveniência, levando em consideração a facilidade de acesso ao público, sua disponibilidade e interesse em participar da pesquisa, bem como a exigência de que tivessem no mínimo 18 anos de idade. Logo, os critérios de inclusão foram: estar regularmente matriculado no curso de Licenciatura em Química do IFCE – *Campus Aracati*; estar participando do PIBID; ter no mínimo 18 anos; e demonstrar interesse em contribuir com a pesquisa. Já os critérios de exclusão incluíram: licenciandos que não sejam alunos do curso investigado; alunos que não estejam participando do PIBID; alunos menores de 18 anos; e alunos que não demonstrem interesse em participar da pesquisa.

3.3 Aspectos Éticos da pesquisa e Procedimentos de Produção de dados

Antes de iniciar a aplicação da pesquisa, foi solicitada à Direção-Geral do IFCE-*campus Aracati* a assinatura da folha de rosto e do Termo de Autorização e Existência de Infraestrutura (Anexo D), documentos necessários para a realização do estudo na instituição. Em seguida, este trabalho foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE,

juntamente com os demais documentos solicitados, tendo sido aprovado sob o parecer de nº 7.547.705, e registrado na plataforma brasil com o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) de nº 83532024.0.0000.5589 (Anexo B).

Ao longo da execução deste trabalho, foram rigorosamente seguidas as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos, conforme previsto na resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Deste modo, o público-alvo foi previamente informado sobre os objetivos, procedimentos, possíveis riscos e benefícios da pesquisa. A participação ocorreu de forma voluntária e esteve condicionada à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Anexo C). Foram assegurados o anonimato, a confidencialidade das informações e o respeito à dignidade dos participantes em todas as etapas seguidas.

Após a aprovação do CEP, o professor coordenador do PIBID foi contatado para uma apresentação preliminar do projeto, com o intuito de alinhar institucionalmente a proposta. Em seguida, definiram-se, em comum acordo, os dias e horários mais adequados para a realização da coleta de dados, respeitando a disponibilidade do professor, dos participantes e o calendário de atividades do programa, de modo a não comprometer o andamento das ações pedagógicas desenvolvidas.

Na sequência, realizou-se um primeiro encontro presencial, com o público-alvo da pesquisa. Nesse momento, o projeto foi apresentado de forma detalhada, abordando seu título, objetivos, referencial teórico, metodologia e relevância. Em seguida, aqueles que demonstraram interesse em participar foram convidados a ler o TCLE, o qual explicita detalhadamente os direitos e as condições de envolvimento na pesquisa. Durante esse encontro, foram feitos todos os esclarecimentos acerca do projeto e do termo. Após a completa compreensão e resolução das eventuais dúvidas, solicitou-se que os interessados assinassem o TCLE, formalizando seu consentimento para a participação na pesquisa.

Por fim, após a coleta de todas as assinaturas, foi aplicado um questionário (Apêndice A) composto por 14 afirmações, antes do início da SD, com o objetivo de identificar as percepções e habilidades dos licenciandos em Química em relação à ACT. Esse instrumento foi reaplicado ao término da SD, permitindo a comparação dos dados e a análise das possíveis contribuições da proposta didática para o desenvolvimento da ACT entre os participantes.

3.4 Contextualização da problemática e proposta de Sequência Didática

Neste tópico, é apresentada uma proposta de SD, objetivando promover a ACT dos licenciandos em Química. Consoante Zabala (1998, p.18), a SD pode ser definida 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 como pelos alunos”.

Desse modo, esta sequência foi desenvolvida com base nos 3MP (Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento) já detalhados no referencial teórico deste trabalho, e teve como eixo central a utilização de uma CSC sobre a qualidade da água em Icapuí-CE. Essa controvérsia foi utilizada para auxiliar na formação dos licenciandos.

Segundo Krupczak e Aires (2019, p.277), as CSC podem ser definidas como “situações polêmicas, envoltas em questões éticas e morais, relacionadas à Ciência e Tecnologia e à forma como estas afetam a Sociedade. No ensino, são utilizadas para desenvolver capacidades como argumentação e criticidade”. Essa definição evidencia como as CSC podem se aproximar do cotidiano dos estudantes, o que justifica a escolha de uma problemática real para orientar esta pesquisa.

Deste modo, a problemática escolhida surgiu a partir da própria realidade de Icapuí, município localizado no litoral leste cearense, que faz divisa com o estado do Rio Grande do Norte e está situado a aproximadamente 202 km de Fortaleza. Com uma população de cerca de 20 mil habitantes, a cidade completou, em 2026, 42 anos de emancipação política, contados a partir do plebiscito realizado em 22 de janeiro de 1984, quando a população decidiu pelo desmembramento do então distrito de Aracati. Embora a formalização jurídica do município tenha ocorrido em 15 de janeiro de 1985, por meio de uma legislação estadual, a data do plebiscito constitui o principal marco histórico adotado localmente para a contagem de sua emancipação.

Nesse cenário, Icapuí é uma cidade que se destaca tanto pelas suas belas praias quanto pela sua atividade pesqueira, especialmente a captura de lagostas, o que lhe confere o título de "terra da lagosta". A pesca é a principal fonte de renda da região, sustentando grande parte da economia local. Além disso, suas paisagens naturais, que incluem falésias e águas cristalinas, fazem da cidade um destino turístico procurado com frequência.³

³ ICAPUÍ. **Município de Icapuí**. Secretaria de Cultura e Turismo de Icapuí, 2025. Disponível em: <https://www.turismo.icapui.ce.gov.br/municipio>. Acesso em: 10 dez. 2024.

Apesar disso, já faz alguns anos que a população vem enfrentando um problema ambiental: o avanço do mar e a erosão costeira que têm comprometido a qualidade da água da população. De acordo com o Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), 90% dos poços em funcionamento apresentam níveis de sal acima do permitido, tornando a água inadequada para o consumo humano e para diversas atividades econômicas. Esse problema ocorre porque a água do mar está se infiltrando nos reservatórios subterrâneos de água doce, um fenômeno agravado pela baixa ocorrência de chuvas na região. Essa situação impacta diretamente setores como turismo e abastecimento público, exigindo uma compreensão integrada entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (Madeiro, 2024).

Nesse contexto, a situação de Icapuí se configura como uma CSC porque, além de ser um problema científico, afeta diretamente a vida das pessoas e exige decisões que envolvem valores, responsabilidades e que gerem debates. Por exemplo:

1. No âmbito da Ciência e tecnologia, o problema da salinização dos poços é ambiental, causado pelo avanço do mar e pela infiltração de água salgada nos aquíferos subterrâneos. Essa questão envolve conceitos químicos como solubilidade, equilíbrio iônico, condutividade elétrica da água e características organolépticas. Diante disso, tecnologias de dessalinização podem ser discutidas como possíveis soluções.
2. No campo social e econômico, a qualidade da água compromete o abastecimento local, afetando o consumo humano e o turismo. Isso gera desafios para a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico da região.
3. Com relação às polêmicas e diferentes perspectivas: O problema envolve moradores, pesquisadores e gestores públicos, cada um com visões distintas sobre as causas e soluções, como perfuração de novos poços, dessalinização ou políticas de tratamento da água.
4. Sobre questões éticas: considera-se que todo indivíduo tem o direito de ter acesso a água limpa e segura para beber e utilizar no dia a dia. Quando a água dos poços se encontra salgada, a qualidade de vida da população é afetada. Isso exige que gestores públicos busquem soluções justas e sustentáveis para garantir esse direito a todos.

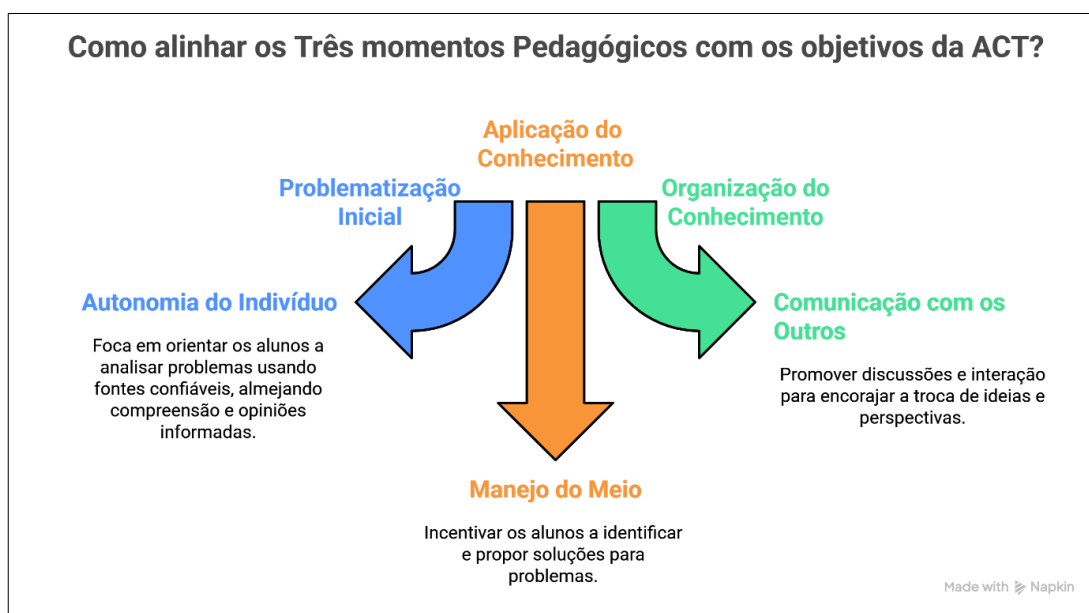
Logo, a escolha dessa CSC se deu em virtude da necessidade de se buscar alternativas para promover um Ensino contextualizado, que relacione os conteúdos científicos a contextos

reais, e que estimule o desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisões fundamentadas.

Buscou-se, ao longo de cada momento pedagógico, trabalhar os três objetivos da ACT propostos por Fourez (2005): Autonomia do indivíduo (orientando os alunos a analisarem a problemática a partir de fontes confiáveis, para que pudessem compreendê-la e opinar de forma embasada); Comunicação com os outros (promovendo um ambiente de discussões e interação que possibilitou a expressão de ideias e confronto entre diferentes perspectivas); e Manejo do meio (ao estimular o público-alvo a reconhecer possíveis alternativas e a elaborar propostas de intervenção diante da problemática).

Dessa forma, a Figura 4 apresenta de forma sintética a relação estabelecida entre os 3MP e os objetivos da ACT no planejamento da SD, que será apresentada a seguir.

Figura 4 - Relação entre os 3MP e os três objetivos da ACT



Fonte: Elaborado pela autora, utilizando Napkin AI (2026).

O esquema permite-nos visualizar como cada momento é vinculado a uma dimensão formativa específica, funcionando como um apoio ilustrativo para compreender a organização das atividades propostas, as quais estão detalhadas no tópico seguinte.

3.4.1 Planejamento de Aplicação da pesquisa e Estrutura da SD

A pesquisa foi executada em seis etapas, totalizando uma carga horária de 16 horas. A seguir, no Quadro 1, apresenta-se o planejamento detalhado da aplicação da pesquisa, bem como a carga horária correspondente a cada etapa e a descrição das atividades previstas.

Quadro 1 – Planejamento de execução da pesquisa.

ETAPAS DA PESQUISA	CARGA HORÁRIA	DESCRIÇÃO
1ª	02 horas	Apresentação do projeto de pesquisa para o professor coordenador do PIBID e planejamento de aplicação da pesquisa.
2ª	02 horas	Apresentação do projeto de pesquisa para o público-alvo e assinatura do TCLE.
3ª	03 horas	1º momento da SD: Aplicação do Questionário Inicial e leitura e discussão dos textos que abordavam a CSC selecionada.
4ª	04 horas	2º momento da SD: Aula expositiva dialogada e aula prática.
5ª	04 horas	3º momento da SD: Breve discussão acerca dos resultados da aula prática e apresentação das propostas de solução/intervenção.
6ª	01 hora	Aplicação de Questionário Final.
TOTAL	16 horas	

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A **1ª etapa** consistiu na apresentação do projeto ao professor coordenador do PIBID, seguida pelo planejamento de aplicação da pesquisa, no qual foram definidos previamente os dias e horários das atividades a serem desenvolvidas.

A **2ª etapa** envolveu a apresentação do projeto e do TCLE para o público-alvo, momento em que foram esclarecidos os objetivos, procedimentos e implicações da investigação. Bem como realizada a coleta das assinaturas dos voluntários que aceitaram participar do estudo.

A **3ª etapa** marcou o início da aplicação dos 3MP. Nessa fase foi aplicado um questionário impresso (APÊNDICE A), composto por 14 afirmações elaboradas com base nas habilidades consideradas essenciais para que uma pessoa seja considerada alfabetizada cientificamente e tecnologicamente, originalmente propostas pela NSTA, apresentadas por Fourez (1994) e traduzidas por Lorenzetti (2021). Essas habilidades foram adaptadas e transformadas em afirmações em primeira pessoa, visando representar diferentes situações cotidianas vivenciadas na sociedade.

Essas adaptações buscaram favorecer a autoavaliação dos participantes, permitindo que refletissem sobre atitudes, conhecimentos e percepções relacionadas à Ciência, à tecnologia e à sociedade. Para isso, as formulações originais foram reescritas em linguagem acessível e articuladas a situações sociais amplas, sem prejuízo do sentido teórico proposto pelas referências utilizadas. O resultado desse processo está organizado no Quadro 2, que mostra cada uma das habilidades apresentadas por Fourez (1994) e a respectiva afirmação elaborada e utilizada no questionário.

Quadro 2 - Afirmações elaboradas para Avaliar as Habilidades de ACT do público-alvo a partir de Fourez (1994).

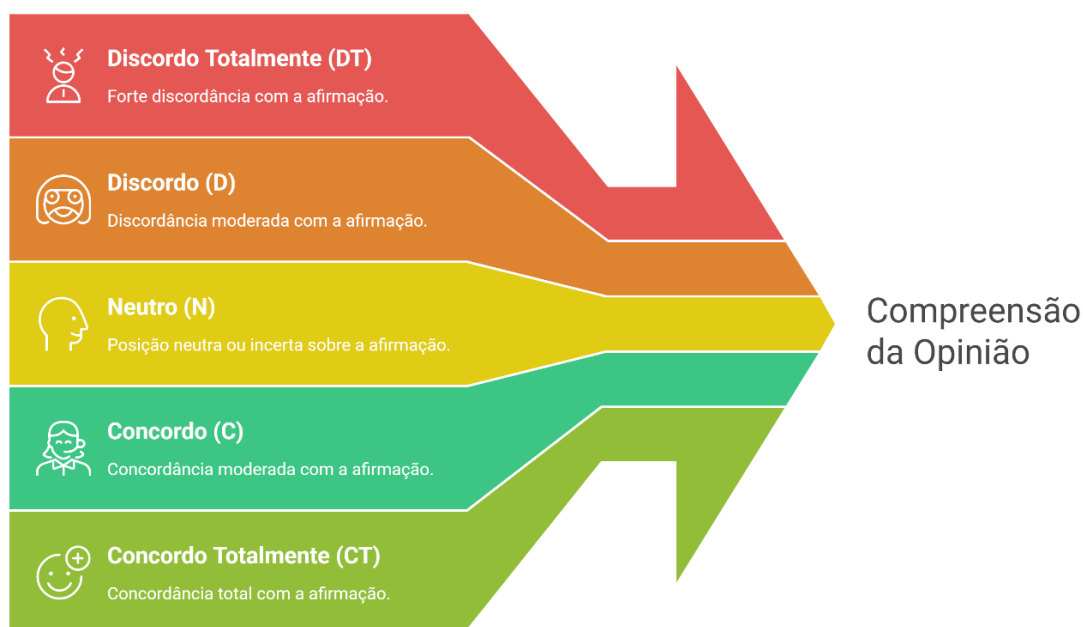
Habilidade apresentada por Fourez (1994)	Afirmação Elaborada
Utiliza conceitos científicos e é capaz de integrar valores e conhecimentos para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana.	Eu aplico o que aprendo em Ciência, como informações sobre saúde, meio ambiente e sustentabilidade, para fazer escolhas mais conscientes e responsáveis no meu cotidiano. Isso inclui decidir quais produtos comprar, preferindo aqueles que causam menos impacto ambiental, economizar água e energia de maneira mais eficiente, dentre outras atitudes.
Compreende que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as tecnologias, tanto como as Ciências e as tecnologias marcam a sociedade.	Entendo que a sociedade orienta as pesquisas científicas e o desenvolvimento de tecnologias por meio de suas demandas, recursos financeiros e políticas públicas. Da mesma forma, a Ciência e a tecnologia influenciam nossa vida, trazendo soluções para problemas e afetando a economia, o meio ambiente e a cultura.
Compreende que a sociedade exerce um controle sobre as Ciências e as tecnologias pelo viés das subvenções que ela concede.	Eu sei que o financiamento, proveniente de impostos pagos pela sociedade e de investimentos de empresas privadas, é fundamental para decidir quais pesquisas científicas e tecnologias serão desenvolvidas. Esses recursos ajudam a direcionar os avanços científicos para áreas de maior interesse ou necessidade, tanto para o bem público quanto para o mercado.
Reconhece bem os limites como a utilidade das Ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano.	Eu reconheço que a Ciência e a tecnologia têm limites e nem sempre resolvem todos os problemas, mas entendo que elas ajudam a melhorar a vida das pessoas.
Conhece os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e é capaz de aplicá-los.	Eu consigo entender os principais conceitos e teorias científicas e aplicá-los de forma prática em situações do cotidiano, como tomar decisões mais conscientes sobre saúde, meio ambiente ou tecnologia, baseadas em evidências científicas.
Aprecia a ciência e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam.	Eu valorizo o conhecimento científico e a tecnologia porque eles me ajudam a pensar de forma mais crítica e me dão ideias para resolver problemas do dia a dia.
Compreende que a produção de saberes científicos depende ao mesmo tempo de processos de pesquisa e de conceitos teóricos.	Eu entendo que o conhecimento científico é construído por meio de pesquisas que seguem um processo rigoroso e dependem de teorias já estabelecidas.
Faz a distinção entre os resultados científicos e a opinião pessoal.	Eu sei identificar a diferença entre resultados que vêm de estudos científicos e opiniões pessoais e evito misturar os dois em discussões ou decisões.
Reconhece a origem da ciência e compreende que o saber científico é provisório e sujeito às mudanças de acordo com a acumulação de resultados.	Eu reconheço que o conhecimento científico pode mudar ao longo do tempo conforme novas pesquisas são feitas e novas descobertas aparecem.

Compreende as aplicações das tecnologias e as decisões implícitas em sua utilidade.	Eu entendo como as tecnologias podem ser aplicadas para resolver problemas e melhorar a vida das pessoas, mas também sei que elas trazem desafios a serem considerados.
Possui suficiente saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.	Eu valorizo a importância das pesquisas e do desenvolvimento de novas tecnologias porque sei que elas são essenciais para resolver problemas e criar inovações.
Retira de sua formação científica uma visão do mundo mais rico e mais interessante.	Minha formação científica me ajuda a ver o mundo de maneira mais interessante e a entender melhor como as coisas funcionam ao meu redor, tanto na natureza quanto na sociedade.
Conhece as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorre a elas por ocasião da tomada de consciência.	Eu sei onde encontrar fontes confiáveis sobre temas científicos e tecnológicos quando preciso aprender mais ou tomar uma decisão importante.
Tem uma certa compreensão da maneira pela qual as Ciências e as tecnologias foram produzidas na história.	Eu compreendo como as Ciências e as tecnologias foram desenvolvidas ao longo da história e como elas foram moldadas pela sociedade e pelos avanços científicos.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Fourez (1994) e Lorenzetti (2021), (2026).

Nesse questionário, os licenciandos tiveram que avaliar cada afirmação utilizando uma escala do tipo Likert de cinco pontos, considerando as seguintes opções de resposta (Figura 5):

Figura 5 - Escala do tipo Likert de cinco pontos utilizada no questionário



Fonte: Elaborado pela autora, utilizando a ferramenta Napkin AI (2026).

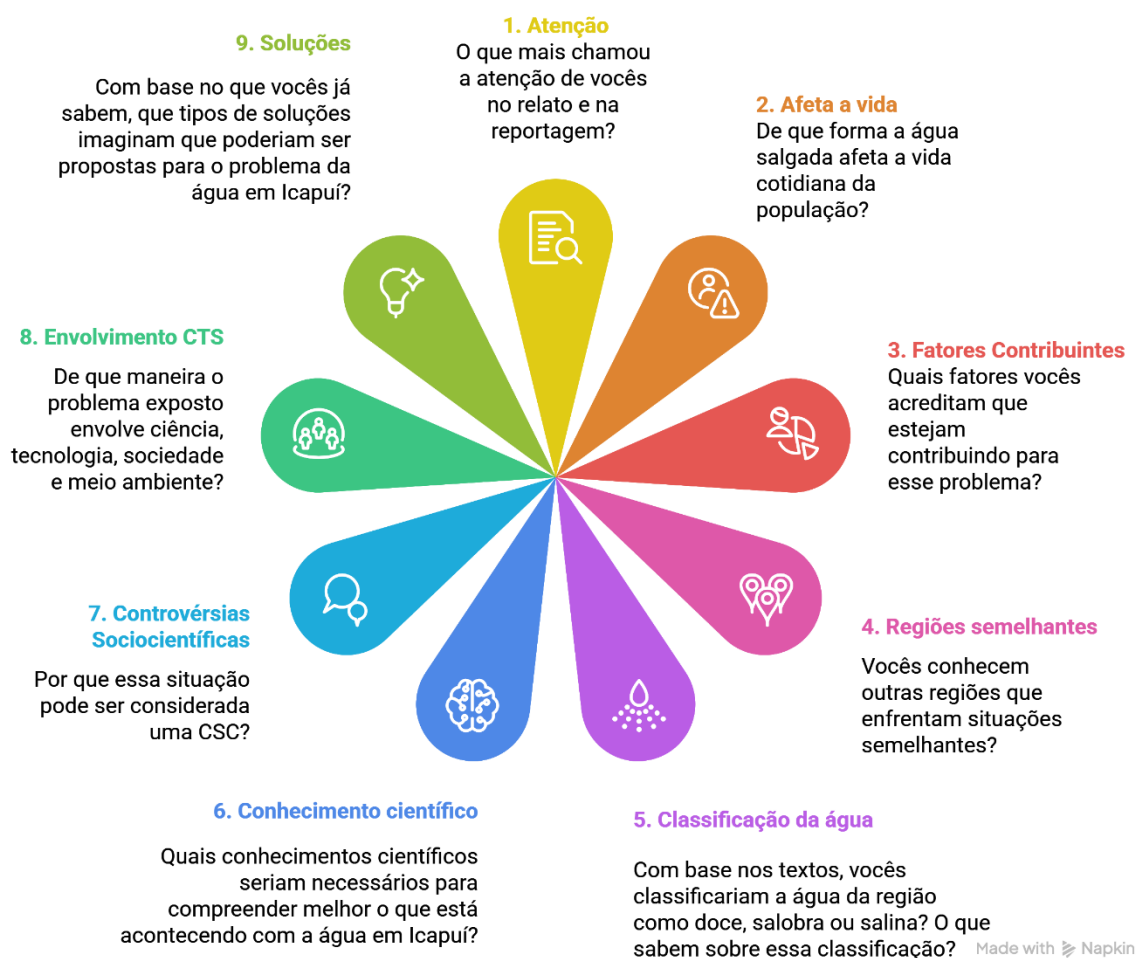
A aplicação deste questionário teve como objetivo identificar as percepções e habilidades do público-alvo em relação a ACT antes da implementação das intervenções pedagógicas. Salienta-se que, posteriormente, ao final da pesquisa, utilizou-se o mesmo questionário para verificar o impacto das intervenções na percepção e habilidades dos futuros professores de Química.

Em seguida, objetivando trabalhar a problematização inicial, foi realizada a leitura coletiva de dois textos: uma reportagem do site UOL, que aborda como o avanço do mar está

afetando a região, causando a erosão costeira e salgando a água de poços, tornando-a imprópria para consumo; e um texto escrito por uma moradora de Icapuí-CE (Anexo A), solicitado para compor esta pesquisa, no qual é retratada a realidade vivenciada pela população local em relação à qualidade da água e seus impactos nas atividades cotidianas. Para preservar a identidade da autora, seu nome não será divulgado. Salienta-se que cada aluno recebeu uma cópia dos textos para auxiliar e acompanhar a leitura.

Posteriormente, foi promovida uma roda de conversa com os alunos, utilizando algumas questões norteadoras, elaboradas pela pesquisadora, para estimular a reflexão e o debate sobre a CSC abordada, tais como as ilustradas na Figura 6.

Figura 6 - Questões norteadoras utilizadas na problematização inicial da CSC sobre a salinidade da água em Icapuí-CE



Fonte: Elaborado pela autora, utilizando a ferramenta Napkin AI (2026).

As perguntas foram dirigidas aos alunos sem intervenção da pesquisadora, para que eles pudessem expressar suas opiniões e ideias e refletir sobre a problemática de forma autônoma. Com isso, criou-se um espaço de diálogo e questionamento, no qual foi possível identificar contradições, lacunas em seus conhecimentos e reconhecimento da necessidade de aprofundamento sobre a temática.

Durante esse momento, as respostas foram registradas em um arquivo docx no computador. Em seguida, com base nessas anotações, foi elaborado um fluxograma, que sintetizou as principais contribuições do grupo, organizando-as em categorias, como: causas; impactos; consequências; responsáveis pelo problema, dentre outros.

Na **4ª etapa**, foi feita a aplicação do segundo momento pedagógico, correspondente à organização do conhecimento, no qual os licenciandos aprofundaram os conceitos científicos necessários para compreender a problemática da salinização da água. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), esta fase deve permitir que os alunos sistematizem o conhecimento por meio da mediação do professor e de diferentes estratégias pedagógicas. Assim, foram adotadas duas abordagens complementares: uma aula teórica expositiva-dialogada e uma aula prática no laboratório.

O encontro iniciou-se com aulas expositivas-dialogada, na qual foram apresentados alguns conceitos químicos essenciais para a compreensão da controvérsia, a saber: composição química da água e sua classificação (doce, salobra e salgada); Equilíbrio iônico e a influência dos sais dissolvidos; Condutividade elétrica e salinidade; propriedades organolépticas da água (sabor, odor, cor e turbidez); Métodos de análise química para identificação de sais na água; e impactos da salinização da água na saúde. Salienta-se que os conteúdos foram associados a exemplos cotidianos e acompanhados de questionamentos, buscando estimular a participação do público-alvo.

Na segunda parte da aula, realizou-se a análise de duas amostras de água de abastecimento público da região de Icapuí, visando classificá-las em doce, salobra ou salgada e relacioná-las à problemática. As atividades experimentais foram desenvolvidas com base em um roteiro previamente elaborado (Apêndice B) e envolveram a determinação de íons cloreto pelo método argentométrico de Mohr, em duplicata, por titulação de 10 mL da amostra com Nitrato de Prata (AgNO_3) 0,01 mol/L, utilizando Cromato de Potássio (K_2CrO_4) 5% como indicador.

Paralelamente, os licenciandos utilizaram o equipamento multiparâmetro para medir pH, condutividade elétrica, salinidade e STD nas amostras analisadas. Diante disso, salienta-se

que os alunos foram previamente orientados sobre a vestimenta adequada para a aula, sendo destacado a obrigação do uso de jaleco, calça, sapato fechado e cabelo preso para garantir a segurança no ambiente.

Durante a atividade, os licenciandos registraram os valores obtidos nas medições do multiparâmetro e os volumes gastos nas titulações. Ao final, com os dados já reunidos, realizaram o cálculo da concentração de Cl^- (mg/L) e compararam o resultado com o limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (250 mg/L), identificando o tipo de amostra analisada (residência próxima ou afastada da praia).

Em seguida, a turma foi dividida em grupos para elaborar uma proposta de solução ou de intervenção relacionada à problemática, a ser apresentada no encontro seguinte. Para auxiliar o desenvolvimento da atividade, foi entregue a cada grupo uma folha contendo orientações impressas (Apêndice C) para a elaboração e a apresentação da proposta, incluindo a organização em slides e a duração de 15 a 20 minutos de apresentação por grupo.

A partir dos resultados da aula prática e das atividades desenvolvidas, os licenciandos foram convidados a refletir sobre a situação vivenciada pela comunidade e a discutir possíveis soluções. Dessa forma, elaboraram propostas voltadas a resolver ou amenizar a salinidade da água, mobilizando argumentação e tomada de decisão com base em evidências e conceitos de Química.

Conforme as orientações fornecidas, cada proposta de intervenção deveria contemplar os seguintes pontos: (1) título; (2) descrição do problema; (3) descrição da proposta de solução; (4) justificativa da relevância da proposta; (5) viabilidade e impactos; e (6) representação visual da proposta (esquema, desenho, imagem, rascunho de experimento ou protótipo), visando ilustrar a ideia apresentada, quando possível.

Na **5ª etapa**, foi realizada a Aplicação do Conhecimento, terceira fase dos 3MP (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011). Esse momento teve como objetivo consolidar os conhecimentos adquiridos anteriormente, permitindo que os licenciandos utilizassem os conceitos discutidos para interpretar a problemática de maneira crítica e propositiva. Para isso, esta etapa foi estruturada em duas atividades: uma breve discussão dos resultados obtidos na aula prática e a apresentação das propostas de intervenção.

Por fim, a **6ª etapa** consistiu na aplicação do Questionário Final, o mesmo instrumento utilizado no início da pesquisa. Essa estratégia possibilitou a comparação entre os resultados pré e pós-intervenções pedagógicas, permitindo analisar possíveis mudanças nas percepções e habilidades dos licenciandos em relação à ACT, com foco no uso de uma CSC. Além disso,

essa comparação permitiu levantar evidências sobre a contribuição da CSC para uma formação crítica e cientificamente fundamentada.

3.5 Procedimentos de análise dos dados

A análise dos dados desta pesquisa foi realizada de modo a atender ao objetivo de analisar em que medida a SD, estruturada a partir de uma CSC, contribuiu para a promoção da ACT na formação inicial de professores de Química. Para isso, adotou-se uma abordagem de análise descritiva e comparativa, articulando os resultados do questionário aplicado em dois momentos (inicial e final) e os registros gerados durante o desenvolvimento da SD.

O questionário utilizado foi composto por afirmações respondidas em escala do tipo Likert, um formato muito comum em pesquisas educacionais para investigar percepções, opiniões, atitudes ou níveis de concordância em relação a determinado enunciado. Nesse tipo de instrumento, o participante escolhe uma alternativa que expressa seu posicionamento em uma escala ordenada, como: “discordo totalmente”, “discordo”, “neutro”, “concordo” e “concordo totalmente”. Em outras palavras, a escala Likert permite transformar percepções e posicionamentos em dados organizáveis, possibilitando descrever tendências do grupo e comparar respostas em diferentes momentos (Jamieson, 2004; Costa Júnior *et al.*, 2024).

É importante destacar que, na literatura, existe uma diferença entre escala likert e escala do tipo likert. Consoante Clason e Dormody (1994), utiliza-se escala likert quando há um conjunto de itens que, em conjunto, busca medir uma mesma dimensão (por exemplo, uma atitude) e cujas respostas podem ser combinadas (por soma ou média) para formar um escore ou índice representativo. Já a expressão escala do tipo Likert (ou itens do tipo Likert) refere-se ao uso do formato de resposta em níveis de concordância em afirmações analisadas individualmente, isto é, item a item, sem necessariamente compor uma pontuação única do instrumento

Nesta pesquisa, optou-se por essa segunda forma, pois os dados foram tratados item a item, tendo em vista que o interesse foi compreender como os licenciandos se posicionaram em cada habilidade associada à ACT, antes e depois da SD, e não produzir um único número que resumisse o questionário inteiro.

Assim, para cada uma das 14 afirmações, as respostas do questionário inicial e do questionário final foram organizadas por categoria (“discordo totalmente”, “discordo”, “neutro”, “concordo”, “concordo totalmente”) e apresentadas em frequências e percentuais. Em seguida, foi realizada a comparação entre os dois momentos, observando-se deslocamentos na

distribuição das respostas, como: aumento ou redução da neutralidade, desaparecimento de discordâncias, maior concentração em categorias de concordância e variações entre “concordo” e “concordo totalmente”.

Essa leitura foi conduzida de forma cuidadosa e coerente com o alcance do instrumento, entendendo os resultados como tendências e indícios nas percepções declaradas pelo grupo, e não como prova de causalidade direta. De maneira complementar, os dados produzidos ao longo da SD, como registros das atividades e as propostas de solução elaboradas e apresentadas em grupo, foram mobilizados como apoio interpretativo para aprofundar a discussão dos resultados dos questionários.

Essa leitura buscou compreender como os licenciandos articularam conceitos científicos, parâmetros legais e argumentos ao analisar a problemática e propor encaminhamentos, sempre em diálogo com a literatura e com o referencial teórico adotado. Desse modo, a análise combinou a comparação descritiva das respostas do questionário com evidências presentes nas produções e discussões realizadas, com o intuito de construir uma interpretação coerente sobre as contribuições da SD para o desenvolvimento de habilidades associadas à ACT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da aplicação da SD elaborada com base na CSC sobre a salinidade da água em Icapuí-CE e estruturada segundo os 3MP. A análise foi organizada de forma a acompanhar o desenvolvimento da proposta pedagógica, contemplando a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento, bem como a análise comparativa dos questionários inicial e final. Em todas as etapas, buscaram-se indícios de promoção da ACT.

4.1 Análise do Primeiro Momento Pedagógico: Problematização Inicial

Levando em consideração que o Primeiro Momento Pedagógico teve como objetivo apresentar situações reais que detalhassem a complexidade do caso para os alunos e que promovessem a problematização inicial da CSC referente à salinidade da água em Icapuí-CE, os textos previamente apresentados foram utilizados como subsídio para discussão.

A partir da leitura desses materiais, realizou-se uma roda de conversa guiada por questões norteadoras, buscando desafiar os alunos a exporem suas percepções frente a CSC,

sem intervenções explicativas da pesquisadora, que ficou responsável apenas por mediar as discussões e garantir um espaço de escuta e diálogo.

Inicialmente, os discentes foram questionados sobre o que mais havia chamado atenção no relato e na reportagem. As respostas evidenciaram que a problemática foi percebida, em um primeiro momento, a partir de seus efeitos concretos na vida cotidiana da população. Entre as falas registradas, destacaram-se aspectos como “não poderem utilizar a água para o consumo”, “o cabelo ficar duro”, a “presença de pó branco nos recipientes” e o fato de que “o pessoal continua pagando e recebendo água sem qualidade”. Essas manifestações indicam que os licenciandos não compreenderam a salinidade apenas como um fenômeno químico, mas como uma situação que interfere diretamente nas condições de vida dos moradores.

Esse movimento inicial dialoga com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), ao defenderem que a problematização inicial deve partir de situações reais, conhecidas ou reconhecíveis pelos estudantes, capazes de provocar questionamentos e revelar limites nos conhecimentos prévios, além de aproximar a discussão científica da realidade social investigada.

Também surgiram comentários relacionados a fatores sociais, econômicos e políticos. Alguns licenciandos mencionaram a “ineficiência do poder público”, a “desigualdade no acesso a dessalinizadores” e a possibilidade de que “moradores com melhores condições financeira consigam soluções individuais, enquanto os outros permanecem dependentes da água distribuída sem qualidade”, como os dessalinizadores. Do mesmo modo, foram citadas algumas das possíveis causas do problema, mencionadas nos textos, como o avanço do mar, a erosão costeira, construções próximas à faixa litorânea e a perfuração de poços muito próximos ao mar. Essa percepção mostra que, logo de início, parte dos estudantes identificou que o problema da salinidade envolve não apenas causas ambientais, mas também responsabilidades institucionais, desigualdades sociais e decisões políticas.

Em seguida, ao serem questionados sobre de que forma a água salgada afeta a vida cotidiana da população, os alunos mencionaram prejuízos à alimentação, à saúde e às atividades diárias, como cozinhar e tomar banho. Outrossim, foram destacados impactos econômicos, principalmente o “aumento dos gastos dos moradores com a compra de água mineral” e “o risco de diminuição do turismo”, uma vez que, segundo os estudantes, “ninguém vai querer alugar um local com problema de água”. Essas falas revelam uma ampliação da leitura inicial do problema, pois os estudantes passaram a relacionar a qualidade da água a dimensões econômicas e sociais.

Na sequência, perguntou-se aos estudantes sobre quais fatores eles acreditavam estar contribuindo para o agravamento da salinização da água. Entre as respostas, foram citadas “questões ambientais”, “desmatamento”, “infiltração da água do mar”, “negligência dos responsáveis pela cidade” e “falta de fiscalização e acompanhamento/monitoramento”. A partir dessas respostas foi possível identificar um movimento inicial de problematização, marcado pela formulação de hipóteses e pela utilização de explicações ainda gerais, indicando a necessidade de aprofundamento científico para a compreensão da CSC.

Dando continuidade às discussões, os estudantes foram questionados se conheciam outras regiões que enfrentam situações semelhantes à que estava sendo discutida. De modo geral, a maioria dos licenciandos afirmou não conhecer. No entanto, durante a discussão coletiva, foi citado o caso da Lagoa do Teodósio, um distrito localizado na zona rural do município de Aracati-CE que se encontra em situação semelhante à de Icapuí.

Segundo o relato de um dos estudantes, o abastecimento de água em Lagoa do Teodósio ocorre por meio do Canal do Trabalhador, sistema adutor de transposição de água que interliga o rio Jaguaribe ao Açude Pacajus e ao sistema Pacoti–Riachão–Gavião, conforme estabelecido pela Lei nº 12.197, de 8 de novembro de 1993. Ainda de acordo com o relato, no início do ano de 2025 a água passou a apresentar elevados níveis de salinidade, a ponto de salgar o café e provocar efeitos semelhantes aos observados em Icapuí, como o endurecimento do cabelo após o banho. Também foi mencionado que os moradores se encontravam insatisfeitos, pois mesmo pagando pelo serviço não recebiam uma água de boa qualidade para uso.

Posteriormente, os estudantes foram questionados sobre como classificariam a água da região em estudo, considerando as categorias de água doce, salobra e salina. Dos dezessete participantes, doze alunos disseram que a água seria salobra, enquanto cinco a classificaram como salina. Entre as justificativas apresentadas, alguns estudantes argumentaram que a água seria salobra pelo fato de ainda ser distribuída à população e utilizada em atividades domésticas, ainda que de forma limitada, entendendo que, caso fosse salina, seu uso seria inviável.

Outros associaram a água doce àquela considerada adequada para consumo humano, para cozinhar e beber, diferenciando-a claramente da situação descrita nos textos. Porém, alguns alunos definiram a água salobra como uma mistura da água doce com a salgada e a compararam com o soro fisiológico. Enquanto a água salina foi descrita como aquela que possui características próximas à água do mar.

Apesar do público-alvo não conhecer os parâmetros técnicos estabelecidos na legislação brasileira para classificar a água, foi possível observar que eles mobilizaram conhecimentos

prévios e critérios baseados na experiência cotidiana, para tentar diferenciar os tipos de água e classificar a da região investigada.

Logo depois, objetivou-se compreender quais conhecimentos científicos eles consideravam necessários possuir para explicar de forma mais aprofundada o que está acontecendo com a água. As respostas variaram entre conhecimentos ligados a Química, como concentração de substâncias, análise de cloretos, pH, porcentagem de sais dissolvidos, dentre outros parâmetros adequados para considerar uma água potável. Também foram citados procedimentos de análise química, como análises quantitativas, análise por precipitação e separação de soluções.

Além dos conteúdos químicos, foi mencionada a importância da educação ambiental para auxiliar na compreensão mais ampla do problema e na busca por soluções. Nesse contexto, a educação ambiental pode ser compreendida como um conhecimento necessário para relacionar os aspectos científicos do problema às práticas humanas, às responsabilidades sociais e à busca por soluções para a situação vivenciada (Andrade, 2025).

Em seguida, foi feita aos estudantes a seguinte pergunta: “Por que essa situação pode ser considerada uma CSC?”. Segundo eles, porque há diferentes interpretações sobre as causas do problema, sendo a mais frequente a atribuição da salinização da água apenas a fatores naturais, como o avanço do mar, sem considerar a influência das ações humanas.

Nesse sentido, um dos registros aponta que “várias pessoas discutem sobre a problemática, mas não chegam a uma conclusão”. Além disso, os licenciandos destacaram que “a situação envolve questões ambientais, empresas, sociedade, poder público” e engloba também a “falta da consciência ambiental”, ressaltando que muitas vezes se “culpa o mar”, como se essa fosse a única causa do problema. Essas falas reforçam o caráter controverso da situação, pois evidenciam a ausência de consenso, a existência de diferentes responsabilidades e a necessidade de maior fundamentação científica para compreender a problemática.

A síntese das ideias expressas pelos estudantes durante esse momento foi esquematizada em um fluxograma apresentado na Figura 7, que reúne os principais elementos mobilizados na problematização inicial da CSC, organizados em categorias como causas, impactos, consequências, responsáveis, conhecimentos científicos necessários, dentre outras.

Figura 7 - Fluxograma construído a partir do Primeiro Momento Pedagógico



Fonte: Elaborado pela autora, utilizando Napkin AI (2026).

A partir da sistematização das ideias no mapa, é possível compreender que os estudantes foram capazes de identificar múltiplas dimensões da problemática, articulando causas ambientais, impactos sociais e econômicos, responsabilidades institucionais e a necessidade de conhecimentos científicos para melhor compreensão.

Por fim, observou-se que, de maneira espontânea, os licenciandos inicialmente dialogavam entre si, formando pequenos grupos para refletir sobre as questões e, na sequência, essas ideias eram posteriormente compartilhadas com toda a turma (grande grupo), possibilitando o confronto de interpretações, a ampliação das perspectivas e a construção coletiva de significados.

Esse movimento de trocas em pequenos grupos e depois em grandes grupos vai de encontro ao que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) descrevem como uma dinâmica própria do Primeiro Momento Pedagógico (1º MP), na qual a problematização inicial é construída coletivamente por meio do diálogo, do confronto de ideias e da explicitação das concepções dos estudantes, sem a antecipação de explicações conceituais por parte do professor.

4.2 Análise do Segundo Momento Pedagógico: Organização do Conhecimento

Dando continuidade à problematização inicial e às questões discutidas com os alunos no 1º MP, o segundo Momento Pedagógico (2º MP), denominado organização do conhecimento, teve como objetivo selecionar conteúdos científicos necessários para a compreensão da CSC. Nessa etapa, a pesquisadora participou ministrando aulas teóricas e práticas, buscando articular os conhecimentos prévios dos licenciandos com conceitos científicos.

Consoante Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), esse momento caracteriza-se pelo estudo sistemático, sob a orientação do professor, dos conhecimentos selecionados como fundamentais para aprofundar a problematização inicial. Assim, as aulas foram organizadas de modo a oferecer subsídios teóricos que auxiliassem os estudantes na compreensão dos aspectos científicos envolvidos na salinização da água em Icapuí-CE.

A princípio, foi feita uma contextualização sobre o município, destacando elementos como sua localização geográfica, número de habitantes, ano de emancipação política, principais fontes de renda e quantidade de praias. Essa primeira abordagem teve como finalidade situar melhor os estudantes em relação ao território onde a problemática ocorre.

Posteriormente, retomou-se a CSC abordada no 1º MP, revisitando as principais hipóteses, questionamentos e explicações apresentadas pelos alunos. Em seguida, discutiram-se os conceitos referentes à classificação das águas em doce, salobra e salina, fundamentando-se na Resolução n.º 357/2005. Com base nessa norma, apresentou-se a definição de cada tipo de água, levando em conta os limites de salinidade estabelecidos.

Os padrões de potabilidade da água para consumo humano foram apresentados, de acordo com a Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021. Nesse cenário, foram debatidos os principais critérios que tornam a água própria para consumo, englobando aspectos físicos, químicos e organolépticos, como cor, odor, sabor, pH, condutividade elétrica, salinidade, sólidos totais dissolvidos (STD) e concentração de íons cloreto. Em seguida, foram abordados, teoricamente, os procedimentos ligados à determinação da concentração de íons cloreto em amostras de água, expressa em mg/L.

Também foi apresentada aos alunos uma questão de cálculo da concentração de íons cloreto, com a finalidade de fazer com que eles pudessem praticar os procedimentos matemáticos necessários para determinar esse parâmetro e possibilitar a comparação dos resultados obtidos com os limites estabelecidos na legislação vigente. Como esses cálculos

seriam posteriormente utilizados pelos licenciandos durante a aula prática, essa atividade teve um caráter preparatório.

Na segunda etapa desse momento, realizou-se a aula prática no laboratório do IFCE-*Campus Aracati*, orientada por um roteiro previamente elaborado pela pesquisadora (Apêndice B). Inicialmente foi feita a leitura coletiva de todo o roteiro com os licenciandos, momento em que foram enunciados os cuidados necessários durante a execução das análises, o objetivo da atividade, os procedimentos experimentais, o preenchimento dos dados e os cálculos a serem feitos.

Conforme explicitado no roteiro, o objetivo desta aula foi determinar a concentração de íons cloreto em água potável por meio de titulação com nitrato de prata (método argentométrico de Mohr), bem como realizar medições complementares de pH, salinidade, condutividade elétrica e STD, com o intuito de obter uma caracterização inicial da água e possibilitar uma aproximação à discussão sobre sua qualidade.

Portanto, a turma foi organizada em quatro grupos: três grupos compostos por quatro integrantes e um formado por cinco. Para a realização das análises, foram disponibilizadas duas amostras de água coletadas em dois pontos distintos no município de Icapuí-CE, sendo uma amostra proveniente de uma residência situada em uma área próxima à faixa litorânea (aproximadamente 500 metros) e outra coletada em uma residência localizada em uma região mais distante da praia (aproximadamente 2,7 quilômetros).

A distribuição das amostras foi realizada de forma que dois grupos ficassem responsáveis pela análise da água proveniente da residência próxima à praia, enquanto os outros dois grupos analisavam a amostra coletada na residência distante da faixa litorânea, objetivando comparar as amostras oriundas de contextos distintos.

Os procedimentos experimentais seguiram o roteiro previamente apresentado e foram desenvolvidos em duas etapas. Inicialmente, realizou-se a determinação da concentração de íons cloreto em amostras de água potável, por meio do método argentométrico de Mohr, utilizando solução padrão de Nitrato de Prata (AgNO_3) 0,01 mol/L e Cromato de Potássio como indicador (Skoog et al., 2006). As titulações foram conduzidas em duplicata, incluindo a preparação de uma amostra branca com água destilada, conforme orientações do roteiro, e os volumes de titulante consumidos foram devidamente registrados para posterior tratamento dos dados.

Em seguida, procedeu-se à análise dos parâmetros físico-químicos das amostras de água, utilizando um equipamento multiparâmetro. Nessa etapa, foram realizadas medições de pH, condutividade elétrica, salinidade e STD, conforme indicado no roteiro.

Posteriormente, os estudantes efetuaram os cálculos necessários para expressar a concentração de íons cloreto em mg/L, a partir dos dados obtidos nas titulações. Esses cálculos foram realizados com base nas orientações do roteiro, com a identificação da amostra analisada e a posterior comparação dos valores encontrados com o limite máximo de cloretos estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 para água destinada ao consumo humano, que fixa o valor de 250 mg/L de Cl⁻.

A partir do Quadro 3 pode-se visualizar os resultados obtidos pelos grupos durante a aula prática e que possibilitou a comparação entre as amostras.

Quadro 3 – Resultados das análises realizadas pelos licenciandos na aula prática

Grupo	Amostra	pH	Condutividade elétrica (mS/cm)	Salinidade (ppt)	STD (ppt)	[Cl ⁻] (mg/L)
1	Residência próxima à praia	9	3,40	1,73	1,70	942
2	Residência próxima à praia	9	3,40	1,72	1,72	956,73
3	Residência Distante da praia	8	2,29	1,13	1,15	592,015
4	Residência Distante da praia	8	2,28	1,12	1,12	590,24

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, em seu Capítulo VI, intitulado “Dos Planos de Amostragem de Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano”, determina, no parágrafo (§) 2º, que sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água supridos por manancial subterrâneo devem realizar análises de parâmetros como turbidez, cor verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, Condutividade Elétrica, além de parâmetros inorgânicos e orgânicos (Brasil, 2021).

Embora não tenha sido possível contemplar todas essas análises exigidas pela legislação durante a aula prática, em virtude da indisponibilidade de recursos, os parâmetros avaliados nesta pesquisa e apresentados no Quadro 3, foram selecionados com fins didáticos, visando possibilitar uma maior aproximação do público-alvo com os procedimentos comumente realizados no controle da qualidade da água, bem como favorecer a compreensão e a discussão da CSC, a partir de dados experimentais concretos.

Os valores apresentados no quadro 3 mostram que as amostras de água da residência próxima à praia apresentam valores mais elevados de pH, Condutividade Elétrica, Salinidade, Sólidos Totais Dissolvidos e Concentração de íons Cloreto quando comparadas às amostras provenientes da residência mais distante da praia. Essa diferença pode estar relacionada à maior proximidade com o mar e à possível influência da intrusão salina.

No que diz respeito ao pH das amostras analisadas, a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, recomenda, em seu § 1º, que o pH da água no sistema de distribuição seja mantido na faixa entre 6,0 e 9,5. Conforme os resultados apresentados no Quadro 3, as amostras provenientes da residência próxima à praia apresentaram pH igual a 9, enquanto as amostras coletadas na residência mais distante da faixa litorânea apresentaram pH igual a 8. Dessa forma, ambos os valores se encontram dentro do intervalo recomendado pela legislação vigente.

Em relação à condutividade elétrica, é importante ressaltar que esse parâmetro por si só não define o padrão de potabilidade da água, mas constitui um importante indicativo de alterações ambientais em águas superficiais e subterrâneas. Os valores obtidos indicam diferenças entre as amostras analisadas. As águas provenientes da residência próxima à praia apresentaram valores médios de 3,40 mS/cm (equivale a 3400 $\mu\text{S/cm}$), enquanto as amostras coletadas na residência mais distante da faixa litorânea registraram valores em torno de 2,28–2,29 mS/cm (aproximadamente 2280 $\mu\text{S/cm}$). Esses resultados evidenciam uma maior capacidade de condução de corrente elétrica nas amostras mais próximas ao litoral.

De acordo com o Manual Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano, do MS, a condutividade elétrica da água está diretamente relacionada à presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions, de modo que quanto maior a concentração iônica da solução, maior será sua capacidade de conduzir corrente elétrica. Embora não exista, necessariamente, uma relação direta entre condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos em águas naturais, o próprio manual destaca que essa correlação pode ocorrer em regiões onde há predominância de determinados íons em solução (Brasil, 2006).

Ainda segundo o documento, águas naturais costumam apresentar valores de condutividade elétrica na faixa de 10 a 100 $\mu\text{S/cm}$. Nesse contexto, os valores observados nas amostras analisadas, principalmente nas residências próximas à praia, sugerem uma maior concentração de íons dissolvidos.

No que diz respeito aos valores de salinidade, apesar da legislação brasileira não estabelecer um valor máximo permitido para esse parâmetro no que se refere diretamente à potabilidade da água, a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, apresenta

definições importantes para a classificação das águas quanto ao teor salino, a saber: são consideradas águas doces aquelas com salinidade igual ou inferior a 0,5‰ (partes por mil); águas salobras, aquelas com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰; e águas salinas, aquelas com salinidade igual ou superior a 30‰.

Com base nessas informações, os valores de salinidade apresentados enquadram-se na categoria de águas salobras, pois variam entre 1,12‰ e 1,73‰. Ressalta-se que as amostras oriundas da residência mais próxima da praia apresentaram valores de salinidade mais elevados, quando comparadas às amostras mais da residência mais afastada, o que pode estar associado à maior influência de processos de intrusão salina, à proximidade com o ambiente marinho e às características hidrogeológicas locais, que favorecem a presença de sais dissolvidos nas águas subterrâneas.

Essa classificação nos permite compreender melhor os resultados experimentais obtidos pelos estudantes e dialoga diretamente com as discussões realizadas nos momentos anteriores da pesquisa, especialmente quando a maioria dos licenciandos, ainda no 1º MP, já haviam sugerido que a água da região se classificaria como salobra, com base em critérios empíricos e experiências cotidianas.

Quanto ao parâmetro STD, a Portaria GM/MS nº 888, estabelece o valor máximo permitido de 500 mg/L para água destinada ao consumo humano. No Quadro 3, os valores de STD obtidos pelos estudantes estão expressos em partes por mil (ppt), pois foi a unidade fornecida pelo equipamento multiparâmetro utilizado durante a aula prática, sendo, portanto, necessária a conversão desses valores para mg/L a fim de possibilitar a comparação com a legislação. Deste modo, considerando que 1 parte por mil equivale a 1.000 mg/L, procedeu-se à conversão dos dados.

As amostras provenientes da residência próxima à praia apresentaram valores de STD de aproximadamente 1,70 ppt, correspondendo a 1.700 mg/L, enquanto as amostras da residência distante da faixa litorânea apresentaram valores em uma média torno de 1,13 ppt, equivalentes a 1.130 mg/L. Portanto, observou-se que todas as amostras analisadas apresentaram concentração de STD superior ao limite máximo estabelecido pela legislação vigente, sendo os valores mais elevados associados às amostras coletadas em áreas mais próximas ao litoral.

Ademais, a última análise da aula prática consistiu no cálculo da concentração de cloretos em mg/L nas amostras de água. Ainda de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, o valor máximo permitido de Cloretos para água destinada a consumo humano é de 250 mg/L.

Esse parâmetro está diretamente relacionado às características sensoriais da água, especialmente ao sabor salgado.

Com base nos resultados apresentados, calculados pelos licenciandos durante a aula prática, as concentrações de íons cloreto na residência próxima à praia variaram entre 942 mg/L e 956,73 mg/L, enquanto que as amostras do outro ponto de coleta registraram valores de 592,02 mg/L e 590,24 mg/L. Observa-se que todas as amostras analisadas excederam o limite máximo de cloretos estabelecido pela legislação, sendo, mais uma vez, os valores mais elevados associados à área mais próxima à praia.

De forma geral, as atividades desenvolvidas no 2º MP possibilitaram aos licenciandos a aproximação com parâmetros físico-químicos frequentemente utilizados na avaliação da qualidade da água, articulando os conteúdos científicos apresentados nas aulas teóricas com a problemática discutida desde o Primeiro Momento. Embora não tenha sido possível realizar todas as análises previstas na legislação vigente, em função de limitações operacionais e de recursos, os experimentos realizados mostraram-se adequados para subsidiar a compreensão de alguns aspectos científicos envolvidos na CSC investigada.

As pequenas variações observadas entre os valores obtidos pelos grupos, mesmo para amostras provenientes dos mesmos pontos de coleta, podem estar associadas a fatores como arredondamentos nos cálculos, manuseio dos equipamentos, tempo de estabilização das leituras do multiparâmetro, precisão nas titulações e possíveis interferências das condições ambientais do laboratório.

Durante a socialização dos resultados, observou-se que os licenciandos demonstraram surpresa ao perceber que todas as amostras apresentaram valores de cloretos e STD acima dos limites recomendados para água destinada ao consumo humano. A comparação entre as amostras também gerou discussões, pois os estudantes esperavam que a água da residência mais distante da praia apresentasse melhores condições de qualidade.

Esse momento favoreceu a percepção de que a salinidade não poderia ser avaliada apenas pelo gosto ou pela proximidade direta com o mar, mas precisava ser interpretada a partir de dados experimentais e parâmetros legais. Dado o exposto, considera-se que o 2º MP cumpriu seu objetivo ao organizar conhecimentos científicos essenciais à compreensão da salinização da água no município de Icapuí-CE, utilizando dados experimentais como suporte para o aprofundamento da discussão e para o avanço das reflexões que serão retomadas nas etapas subsequentes da SD.

Como encaminhamento final desse momento, foram distribuídas folhas com orientações a cada um dos grupos formados anteriormente. Esses mesmos grupos ficaram responsáveis por elaborar, de forma coletiva, uma proposta de solução/intervenção para a problemática da salinidade da água no município, considerando os conhecimentos discutidos e construídos ao longo dos encontros. As propostas deveriam ser preparadas para serem apresentadas e discutidas em grupo no encontro seguinte.

4.3 Análise do Terceiro Momento Pedagógico: Aplicação do Conhecimento

O Terceiro Momento Pedagógico, denominado aplicação do conhecimento, teve como finalidade possibilitar que os licenciandos utilizassem os conhecimentos científicos construídos nos momentos anteriores para analisar a CSC em questão e propor encaminhamentos para a problemática (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). Esse momento caracterizou-se pela retomada e discussão dos resultados obtidos na aula prática, articulando-os com os parâmetros estabelecidos na legislação vigente, bem como pela socialização das propostas elaboradas pelos estudantes.

Inicialmente, realizou-se uma discussão coletiva dos dados experimentais obtidos no Segundo Momento Pedagógico, promovendo a análise crítica dos resultados a partir das normativas legais relacionadas à qualidade da água para consumo humano. Em seguida, os grupos iniciaram as apresentações de suas propostas de solução para a problemática investigada, elaboradas com base nos conhecimentos teóricos, experimentais e normativos trabalhados ao longo da SD.

A apresentação do primeiro grupo teve a eletrodíálise como proposta de solução para a problemática da salinidade da água no município de Icapuí-CE. Inicialmente, o grupo contextualizou a situação local, destacando a influência da proximidade com o mar e o avanço da linha costeira como fatores associados à salinização das águas subterrâneas utilizadas para consumo humano. Essa contextualização dialogou diretamente com os dados experimentais obtidos na aula prática.

Em seguida, os estudantes retomaram a classificação das águas quanto à salinidade, com base em referenciais normativos, e relacionaram essa classificação aos valores obtidos a partir das amostras analisadas, evidenciando que ambas se enquadram como águas salobras. O grupo discutiu os resultados da determinação da concentração de íons cloreto na amostra coletada próxima à praia, ressaltando que os valores encontrados ficaram significativamente acima do

limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, reforçando a necessidade de intervenção por parte dos governantes.

Na apresentação, os licenciandos descreveram o princípio de funcionamento da eletrodialise, explicando que esse método consiste na aplicação de um campo elétrico para promover a migração seletiva de íons dissolvidos na água através de membranas específicas, permitindo a redução da concentração de sais, como os íons cloreto (Proença; Széliga, 2023).

Dentre as pesquisas realizadas por eles, foi apresentado o estudo de Jucá (2005), intitulado *Obtenção de água potável utilizando eletrodialise solar*, que demonstra que a eletrodialise pode ser alimentada por fontes de energia renovável, como a solar, tornando-a uma solução sustentável para comunidades remotas.

Em seu artigo, os autores explicam, didaticamente, o processo de eletrodialise, tomando como exemplo a extração do Cloreto de Sódio da água salobra, como segue:

O Cátodo (-) juntamente com o Anodo (+), com aplicação de corrente contínua, provocam a separação dos sais contidos na água salobra em ânions e cátions. Os cátions sódio (Na^+) são atraídos pelo Cátodo, e os ânions cloro (Cl^-), atraídos pelo Anodo. A membrana de separação de cátions (Na^+) permite a passagem dos mesmos, que se juntam ao fluxo de concentrado de sais. Da mesma forma acontece do outro lado da célula, onde a membrana de separação de ânions (Cl^-) permite a absorção dos mesmos, que se dissolvem em outro fluxo de água salobra proveniente da fonte, formando o concentrado de sais. O fluxo de água remanescente entre as membranas corresponde ao fluxo de água dessalinizada (potável) (Jucá, 2005, p.65).

A partir disso, os estudantes destacaram que essa tecnologia é utilizada, sobretudo, em processos de dessalinização de águas salobras, sendo indicada para contextos em que há elevada concentração de sais dissolvidos, como em regiões próximas ao litoral. Nesse cenário, o grupo abordou aspectos relacionados às potencialidades e limitações da eletrodialise, mencionando que o processo gasta menos energia que outras tecnologias, como a osmose reversa, porém, precisa de equipamentos específicos, mão de obra qualificada para instalação e operação e estrutura adequada para descarte do concentrado salino gerado ao final. Dessa forma, a proposta foi apresentada como uma possibilidade de intervenção a ser analisada de forma crítica no contexto da CSC discutida ao longo da pesquisa.

Em seguida, o segundo grupo apresentou como proposta a utilização de um filtro caseiro com umbu como material adsorvente para tratamento de água salobra. Inicialmente, os estudantes retomaram a problemática da salinização da água no município, destacando a intrusão salina nos aquíferos subterrâneos, associada ao avanço do mar e à baixa recarga hídrica, com base em seus estudos. Em seguida, o grupo apresentou os resultados experimentais obtidos

durante a aula prática e ressaltou que a concentração de cloretos encontrada na amostra analisada excedeu o limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 para água potável.

A solução proposta por eles consistiu no desenvolvimento de um dispositivo caseiro de dessalinização, utilizando sementes de umbu tratadas termicamente como meio filtrante. O grupo fundamentou a proposta no processo de adsorção, explicando que, após o tratamento térmico, as sementes apresentam maior área superficial e maior capacidade de interação com íons dissolvidos na água, especialmente íons responsáveis pela salinidade.

O filtro caseiro proposto pelo grupo seria montado de forma simples, utilizando um recipiente no qual as sementes de umbu seriam acondicionadas, permitindo que a água salobra passasse por esse material. Segundo a explicação dos estudantes, durante a passagem da água pelo filtro ocorreria a retenção parcial dos sais presentes, contribuindo para a diminuição da salinidade da água filtrada.

Durante a apresentação, os alunos destacaram que a proposta não foi pensada como uma solução definitiva ou capaz de substituir sistemas convencionais de tratamento de água, mas sim como uma alternativa temporária, especialmente para comunidades que enfrentam dificuldades de acesso a tecnologias mais complexas.

Dentre as principais vantagens do filtro caseiro, os discentes mencionaram matéria-prima de baixo custo, redução da salinidade da água e alternativa sustentável e acessível. Em contrapartida, algumas desvantagens mencionadas foram: filtração lenta (cerca de 11L/h); possível variação nos resultados da qualidade da água, conforme a origem das sementes; e alterações visuais, como a coloração.

Dando continuidade às apresentações, o terceiro grupo apresentou como proposta a destilação solar, visando utilizar o calor do sol para separar o sal da água, por meio dos processos de evaporação e condensação. A técnica consiste em colocar a água salobra em um recipiente raso, coberto por uma superfície transparente inclinada (vidro ou plástico), permitindo que o aquecimento solar provoque a evaporação da água, enquanto os sais e impurezas permanecem no recipiente. O vapor formado condensa na parte interna da cobertura e é direcionado para outro recipiente, onde a água destilada é coletada sem sal. Os estudantes justificaram que a destilação solar se apresenta como uma alternativa de baixo custo, sustentável e baseada em energia renovável, especialmente adequada para regiões com alta incidência solar.

Quanto à viabilidade, o grupo apontou como vantagens: o baixo custo, pois utiliza materiais simples como vidro, plásticos e recipientes acessíveis; a ausência de consumo de energia elétrica; e a facilidade de manutenção. Em contrapartida, foram reconhecidas limitações

importantes, como a baixa produtividade diária, estimada entre 2 a 5 litros por dia e por destilador, e a dependência das condições climáticas.

Por fim, o quarto grupo apresentou a osmose reversa como alternativa, que é considerada uma das tecnologias mais conhecidas para tratar água salobra. Os estudantes desse grupo também iniciaram a apresentação contextualizando o problema a partir dos resultados obtidos nas análises das amostras de água.

Primeiramente o grupo explicou os princípios da osmose e da osmose reversa, destacando que, nesse processo, a aplicação de uma pressão superior à pressão osmótica força a passagem da água através de uma membrana semipermeável, retraindo sais e impurezas dissolvidas. A proposta de intervenção consistiu, portanto, na utilização de um sistema de osmose reversa capaz de remover os íons responsáveis pela salinidade, resultando em água com melhor qualidade para consumo.

Os discentes ressaltaram a alta eficiência da tecnologia, amplamente utilizada no tratamento de água do mar, água salobra e águas subterrâneas, apontando sua viabilidade técnica para o contexto local. Ao mesmo tempo, discutiram de forma crítica os impactos e limitações do método, como o custo financeiro e energético do sistema e a necessidade de destinação adequada do rejeito salino gerado no processo, destacando que o uso de fontes de energia renovável poderia minimizar parte desses impactos.

De modo geral, percebeu-se que o 3º MP permitiu que os licenciandos utilizassem os conhecimentos construídos ao longo das aulas para refletir sobre o problema da salinidade da água no contexto local e propor possíveis caminhos para enfrentá-lo. As apresentações evidenciaram diferentes ideias e estratégias, baseadas nos dados analisados, nos conteúdos científicos estudados e na legislação vigente. Destaca-se que o objetivo desse momento não foi a elaboração de soluções técnicas detalhadas ou definitivas, mas o incentivo à reflexão crítica e a construção de propostas iniciais, capazes de contribuir para a discussão de alternativas que pudessem minimizar ou enfrentar a problemática da salinidade da água no município.

4.4 Análise dos Questionários Inicial e Final

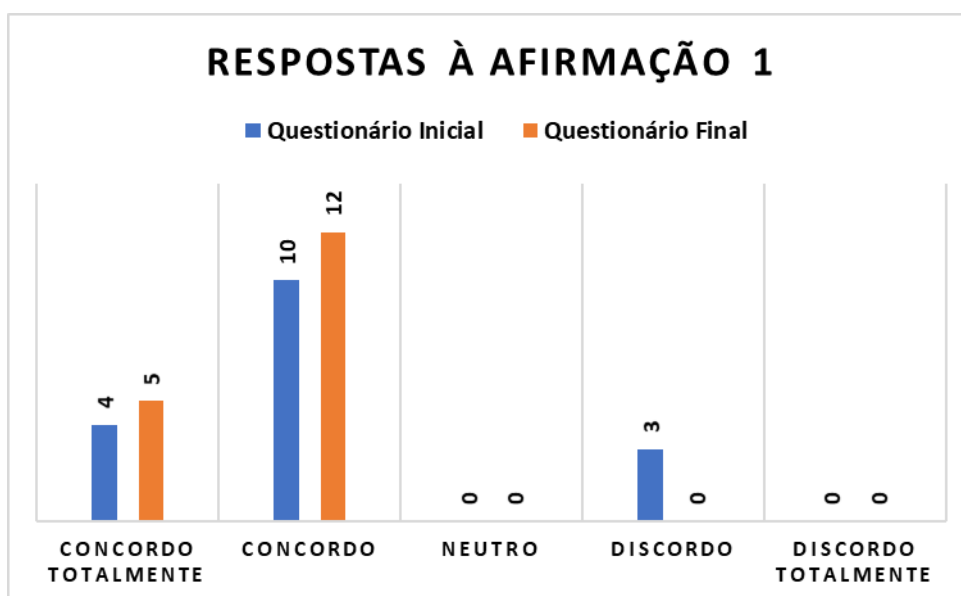
Este tópico apresenta a análise e discussão dos resultados obtidos a partir da aplicação do questionário inicial e final, elaborado com base em 14 habilidades de ACT propostas pela NSTA, conforme apresentadas por Fourez (1994) e traduzidas por Lorenzetti (2021).

A análise dos dados foi realizada de forma comparativa, considerando os resultados dos questionários inicial e final, de modo a discutir as contribuições da intervenção pedagógica para o desenvolvimento das habilidades de ACT investigadas, à luz do referencial teórico adotado.

Inicialmente, a Afirmação 1 buscou analisar em que medida os licenciandos aplicam os conhecimentos científicos adquiridos, especialmente relacionados à saúde, ao meio ambiente e à sustentabilidade, na tomada de decisões conscientes e responsáveis em seu cotidiano, conforme expresso no questionário: “Eu aplico o que aprendo em ciência, como informações sobre saúde, meio ambiente e sustentabilidade, para fazer escolhas mais conscientes e responsáveis no meu cotidiano. Isso inclui decidir quais produtos comprar, preferindo aqueles que causam menos impacto ambiental, economizar água e energia de maneira mais eficiente, dentre outras atitudes.”. Essa afirmação está associada à habilidade de ACT que diz respeito à utilização de conceitos científicos integrados a valores e conhecimentos para orientar escolhas responsáveis na vida diária.

O Gráfico 1 apresenta a distribuição das respostas obtidas nos questionários inicial e final para essa afirmação, considerando as categorias da escala do tipo Likert.

Gráfico 1 – Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 1 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Com base nos dados apresentados no Gráfico acima, é possível observar que, no questionário inicial, quatro estudantes (23,5%) indicaram concordar totalmente com a proposição, enquanto 10 participantes (58,8%) indicaram concordar. Por outro lado, três alunos

(17,6%) declararam discordar da afirmação, não havendo registros de respostas neutras ou de discordância total. Esses dados sugerem que, antes da intervenção pedagógica, cerca de 82,3% dos participantes já reconheciam a importância de aplicar conhecimentos científicos em suas escolhas cotidianas, embora ainda houvesse um grupo que não se percebia atuando dessa forma.

Os resultados do questionário final indicam uma ampliação dessa percepção. Observa-se que cinco estudantes (29,4%) passaram a concordar totalmente com a afirmação, enquanto 12 (70,6%) indicaram concordar. Não foram registradas respostas neutras, de discordância ou de discordância total, o que indica uma concordância unânime às ideias expressas na afirmação após a intervenção realizada.

Ao comparar os dois momentos, observa-se um deslocamento positivo das respostas, principalmente pela redução total das categorias de discordância e pelo aumento quantitativo das respostas de concordância total. Essa mudança sugere que a SD contribuiu para ampliar a percepção dos licenciandos sobre a aplicação prática dos conhecimentos científicos em situações reais.

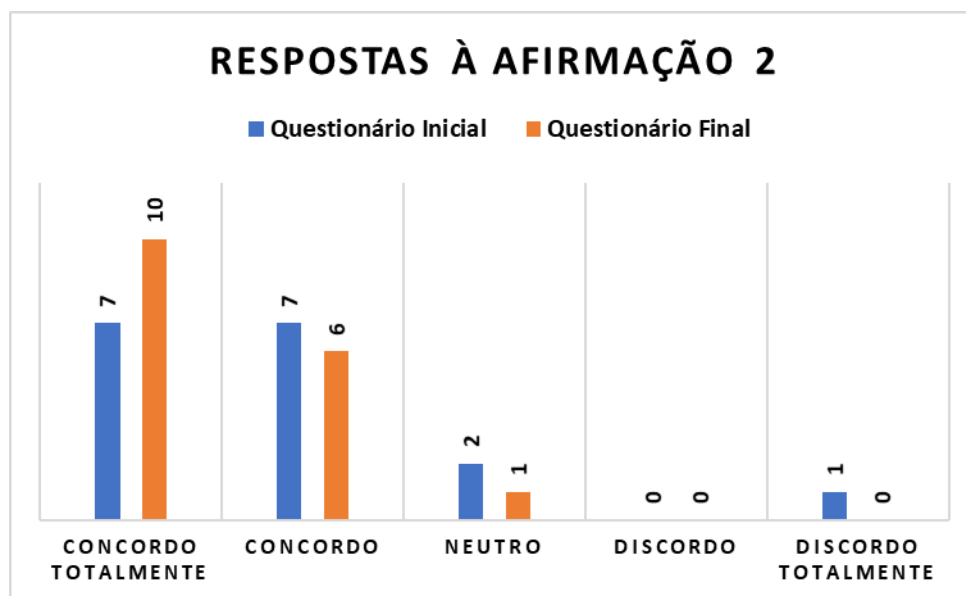
Os dados obtidos vão ao encontro da concepção de ACT discutida por Lorenzetti (2021), segundo a qual indivíduos alfabetizados cientificamente são capazes de mobilizar conhecimentos científicos para orientar decisões no cotidiano. Além disso, esses resultados dialogam com Chassot (2022), que compreende a ACT como a capacidade de utilizar o conhecimento científico para interpretar a realidade e orientar ações no dia a dia.

Portanto, o aumento das respostas de concordância no questionário final sugere que os licenciandos passaram a reconhecer melhor a relação entre os saberes científicos e suas escolhas pessoais. De modo complementar, a diminuição das respostas de discordância após a execução da SD indica um avanço na percepção dos licenciandos quanto ao papel da ciência em suas escolhas cotidianas, indo além da mera memorização de conteúdos.

Em seguida, a Afirmação 2 teve como objetivo analisar a compreensão dos licenciandos acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, especialmente no que se refere à influência mútua entre demandas sociais, políticas públicas e financiamento no direcionamento das pesquisas científicas e do desenvolvimento tecnológico, bem como aos impactos dessas áreas na vida social. Essa perspectiva está expressa na proposição “Entendo que a sociedade orienta as pesquisas científicas e o desenvolvimento de tecnologias por meio de suas demandas, recursos financeiros e políticas públicas. Da mesma forma, a ciência e a tecnologia influenciam nossa vida, trazendo soluções para problemas e afetando a economia, o meio ambiente e a cultura.”. A afirmação foi elaborada com base na habilidade que compreende que a sociedade

exerce controle sobre as Ciências e as tecnologias, ao mesmo tempo em que é influenciada por elas. Com a finalidade de comparar as respostas dos participantes antes e após a intervenção pedagógica, o Gráfico 2 apresenta a distribuição das respostas obtidas.

Gráfico 2 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 2 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Segundo o Gráfico 2, no questionário inicial, sete estudantes (41,2%) assinalaram “concordo totalmente” com a proposição, enquanto outros sete (41,2%) marcaram “concordo”. Outros dois licenciandos (11,8%) indicaram a opção neutra e um (5,9%) assinalou “discordo totalmente”, não havendo registros de respostas na categoria “discordo”. Esses resultados indicam que, antes da intervenção pedagógica, aproximadamente 82,4% dos participantes já demonstrava reconhecer a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, ao passo que uma outra parcela do grupo ainda se mostrava indecisa em relação à proposição.

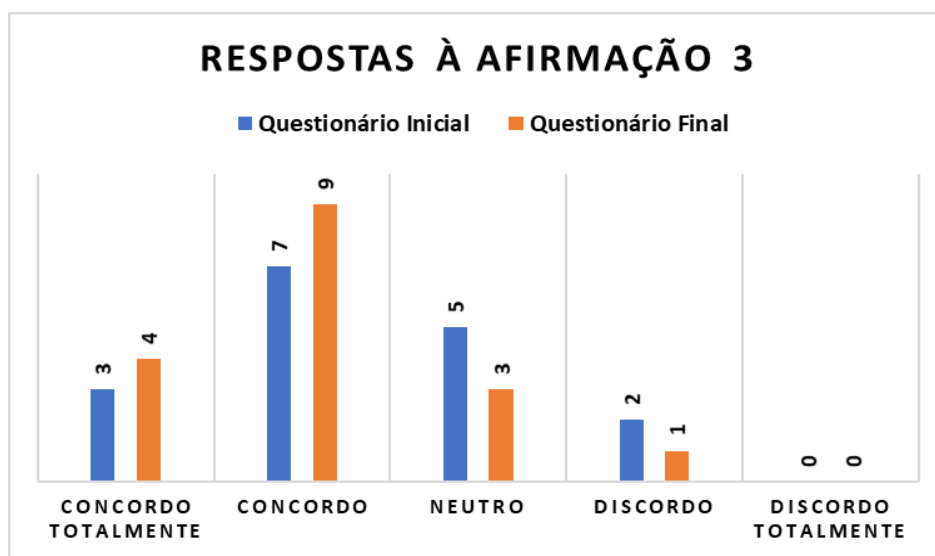
No questionário final, os dados apontam para um avanço nessa compreensão. Verifica-se que 10 estudantes (58,8%) passaram a concordar totalmente com a afirmação, enquanto seis (35,3%) indicaram concordar. Apenas um participante (5,9%) manteve-se na categoria neutra, não sendo registradas respostas de discordância ou discordância total. Esses dados sugerem um aumento com relação ao reconhecimento, por parte dos licenciandos, de que as demandas sociais, os recursos financeiros e as políticas públicas influenciam o direcionamento das pesquisas científicas e do desenvolvimento tecnológico, bem como de que ciência e tecnologia impactam diretamente diferentes dimensões da vida social.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), práticas pedagógicas intencionais, baseadas em situações contextualizadas e problematizadoras, podem se apresentar como estratégias para favorecer o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre o papel social da ciência e da tecnologia. Nesse sentido, a abordagem por CSC adotada na SD indica ter possibilitado aos licenciandos momentos de reflexão sobre questões que envolvem decisões políticas, impactos ambientais e culturais, o que pode ter contribuído para o fortalecimento dessa habilidade.

Em consonância com essa discussão, Auler e Bazzo (2001) defendem que a inserção das relações CTS no Ensino de Ciências contribui para uma compreensão mais crítica e democrática do papel social da ciência, superando uma visão restrita ao aspecto técnico. Essa perspectiva reforça a importância de propostas educativas que problematizem essas interações durante a formação de professores.

Nesse mesmo horizonte de discussão, a Afirmação 3 — *Eu sei que o financiamento, proveniente de impostos pagos pela sociedade e de investimentos de empresas privadas, é fundamental para decidir quais pesquisas científicas e tecnologias serão desenvolvidas. Esses recursos ajudam a direcionar os avanços científicos para áreas de maior interesse ou necessidade, tanto para o bem público quanto para o mercado* — teve como intuito investigar o grau de compreensão dos licenciandos acerca da influência que a sociedade tem sobre as Ciências e as tecnologias pelo viés das subvenções que ela concede. Para visualizar a distribuição das respostas e comparar os dois momentos, apresenta-se o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 3 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

No questionário inicial, observa-se que três estudantes (17,6%) declararam concordar totalmente com a afirmação e sete licenciandos (41,2%) indicaram concordar. Por outro lado,

uma parcela considerável dos participantes ainda se mostrou indecisa e discordante, tendo em vista que cinco estudantes (29,4%) optaram pela alternativa neutra e dois (11,8%) demonstraram discordar da proposição. Não houve registros de discordância total nesse primeiro momento, o que indica que, embora existisse certo grau de incerteza, a maioria dos participantes não rejeitava totalmente a ideia apresentada.

Em contrapartida, os resultados do segundo questionário revelam uma mudança na distribuição das respostas. O número de estudantes que concordaram totalmente passou para quatro (23,5%) e aqueles que marcaram a opção “concordo” aumentou para nove participantes (52,9%). Já as respostas neutras diminuíram para três estudantes (17,6%) e na categoria de discordância obteve-se apenas uma resposta (5,9%). Assim como no questionário inicial, não foram registradas respostas de discordância total. De modo geral, observa-se redução das respostas neutras e de discordância e aumento das respostas de concordância, indicando maior consolidação dessa compreensão ao final da SD.

Essas alterações sugerem que os licenciandos passaram a reconhecer de forma mais clara o papel do financiamento na definição das prioridades científicas e tecnológicas. Além disso, a redução das respostas neutras indica que parte dos estudantes deixou uma posição de indefinição e passou a assumir um entendimento mais consistente sobre a temática, possivelmente em função das reflexões realizadas ao longo das atividades propostas.

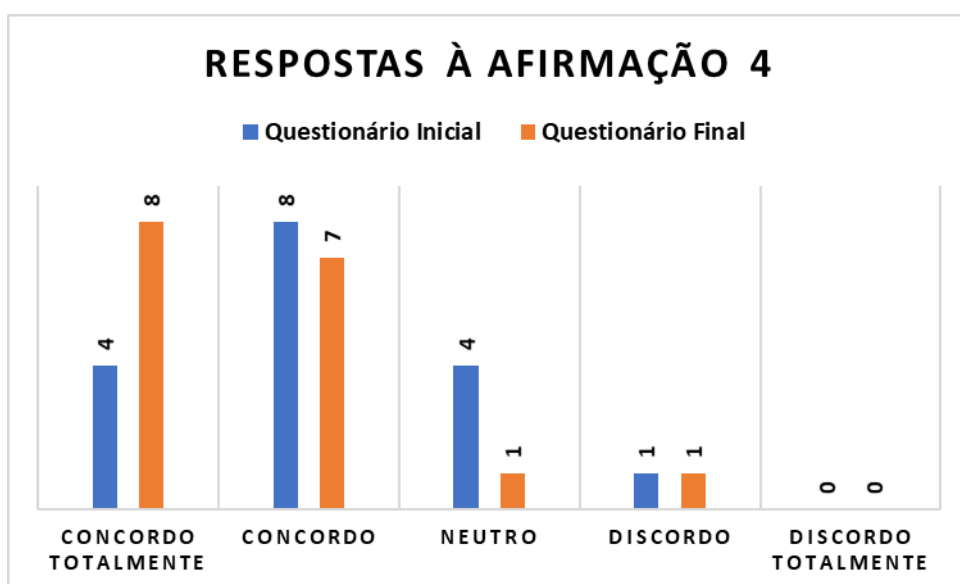
A leitura desses resultados pode ser aprofundada a partir das reflexões de Fourez (1994), segundo as quais a compreensão da ciência envolve o reconhecimento dos contextos sociais, econômicos e políticos que orientam sua produção. Ao problematizar o financiamento como um elemento que influencia diretamente quais pesquisas e tecnologias são desenvolvidas, a ciência deixa de ser compreendida apenas como um campo técnico e passa a ser entendida como uma prática social, permeada por escolhas e interesses coletivos. Um exemplo contemporâneo que evidencia essa relação é o desenvolvimento das vacinas contra a Covid-19, processo marcado por elevados investimentos públicos e privados, disputas econômicas, decisões políticas e impactos sociais em escala global (Rosa; Amaral, 2021). Essa situação ilustra como a C&T são capazes de gerar efeitos econômicos e políticos significativos, ao mesmo tempo em que são influenciadas pelos sujeitos e pelos contextos em que se inserem.

A partir dessas reflexões, os dados do Gráfico 3 podem ser interpretados como expressão de um processo formativo que amplia o olhar dos licenciandos sobre a ciência, ao incorporar dimensões que vão além do domínio conceitual e favorecem uma compreensão mais crítica de seu funcionamento na sociedade.

No entanto, a presença de respostas discordantes ou neutras indica que esse movimento não ocorreu de forma homogênea entre todos os participantes. Esses posicionamentos podem estar relacionados a dificuldades em compreender a ciência para além de sua dimensão técnica, bem como à permanência de concepções mais tradicionais, centradas na ideia de neutralidade e objetividade científica.

Em seguida, buscando analisar a percepção dos licenciandos sobre os limites e as possibilidades da ciência e da tecnologia, a Afirmação 4 – *Eu reconheço que a ciência e a tecnologia têm limites e nem sempre resolvem todos os problemas, mas entendo que elas ajudam a melhorar a vida das pessoas* — foi elaborada com base na habilidade que envolve identificar, de forma articulada, tanto os limites quanto à utilidade das Ciências e das tecnologias para o progresso do bem-estar humano. A seguir, o Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos nos questionários inicial e final para essa afirmação.

Gráfico 4 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 4 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Para a Afirmação 4, observa-se que, na primeira aplicação do questionário, quatro participantes (23,5%) assinalaram concordar totalmente com a afirmação, enquanto outros oito (47,1%) indicaram concordar. Por outro lado, quatro participantes (23,5%) optaram pela alternativa neutra e um estudante (5,9%) optou por discordar da proposição. Nesse primeiro momento, não houve registros de respostas na categoria “discordo totalmente”.

Ademais, com relação aos resultados obtidos durante a aplicação do questionário final, o Gráfico 4 exhibe uma mudança. Observa-se um aumento no número de participantes que

assinalaram a opção “concordo totalmente”, que passou para oito licenciandos (47,1%), enquanto sete (41,2%) marcaram “concordo”. As respostas neutras reduziram-se para um participante (5,9%), e apenas um licenciando (5,9%) indicou a opção “discordo”, não havendo, assim como no questionário inicial, registros de discordância total.

A comparação entre os dois momentos evidencia um deslocamento significativo das respostas para as categorias de maior concordância, acompanhado pela redução expressiva da neutralidade. A partir desse cenário, compreende-se que o público-alvo já ingressou na SD com uma tendência favorável a reconhecer a importância da ciência e da tecnologia para a melhoria da vida das pessoas, mas ainda demonstravam apresentar dificuldades em articular esse reconhecimento com uma compreensão mais clara sobre seus limites. A presença de respostas neutras no questionário inicial sugere que, para parte dos estudantes, essa relação entre potencial e limitação da ciência não estava clara, revelando uma visão ainda pouco problematizada do papel da C&T na sociedade.

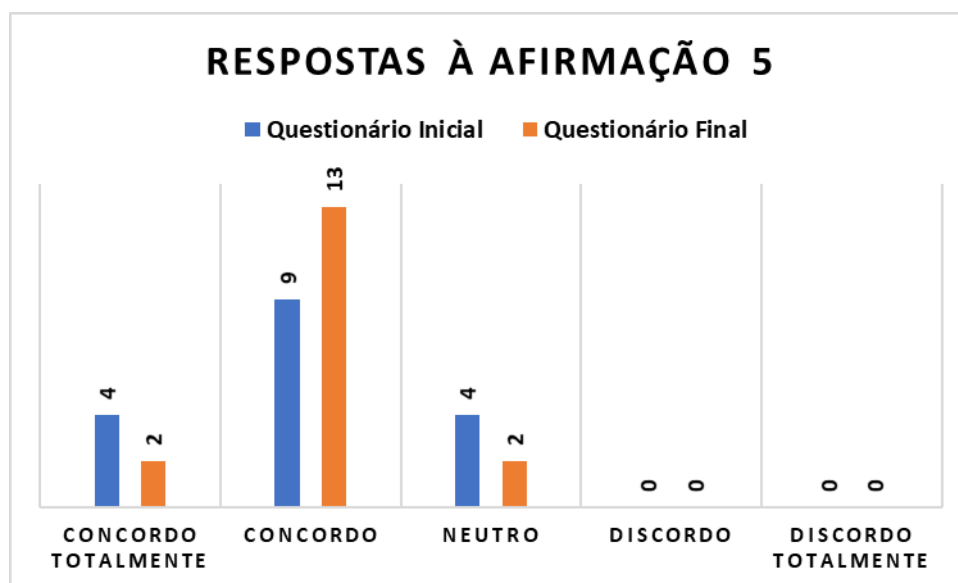
Deste modo, após o desenvolvimento da SD, a diminuição das respostas neutras e o aumento das concordâncias totais revelam que os estudantes passaram a assumir posições mais definidas sobre a temática. Esse resultado pode ser interpretado como indício de construção de uma compreensão que reconhece tanto as contribuições quanto os limites da ciência e da tecnologia.

Essas considerações se aproximam das discussões apresentadas por Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) e Rosa e Amaral (2021), ao enfatizarem a necessidade de um olhar crítico sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, compreendendo que seus resultados nem sempre se traduzem automaticamente em benefícios sociais, uma vez que estão frequentemente vinculados a interesses econômicos, políticos e sociais. Ainda assim, os impactos da C&T na sociedade contemporânea são evidentes em diferentes áreas, como na ampliação da produção de energia, no aumento da oferta de alimentos, no desenvolvimento de medicamentos e, mais recentemente, na consolidação da comunicação remota em contextos de estudo, trabalho e lazer.

Dando continuidade à análise, a Afirmação 5 – *Eu consigo entender os principais conceitos e teorias científicas e aplicá-los de forma prática em situações do cotidiano, como tomar decisões mais conscientes sobre saúde, meio ambiente ou tecnologia, baseadas em evidências científicas* – teve como objetivo identificar a percepção dos licenciandos quanto à sua capacidade de compreender conceitos e teorias científicas e mobilizá-los em situações do cotidiano. Essa afirmação foi elaborada com base na habilidade que se refere ao conhecimento dos principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e à capacidade de aplicá-los. O Gráfico

5 apresenta a comparação dos resultados dos questionários aplicados antes e após a intervenção pedagógica.

Gráfico 5 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 5 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Os dados revelam que, no questionário inicial, quatro licenciandos (23,5%) assinalaram a opção “concordo totalmente”, enquanto nove (52,9%) marcaram “concordo”. Além disso, quatro participantes (23,5%) optaram pela alternativa neutra, não sendo registradas respostas nas categorias “discordo” e “discordo totalmente”.

Com relação aos dados do questionário final, observa-se uma alteração percentual nas respostas. O número de licenciandos que concordaram totalmente passou para dois (11,8%), enquanto 13 (76,5%) indicaram concordar com a afirmação. As respostas neutras reduziram-se para dois (11,8%), não havendo registros de discordância ou discordância total. Observa-se, ao final, uma maior concentração das respostas na categoria “concordo” após a intervenção pedagógica.

A diminuição da concordância total, acompanhada pelo aumento das respostas em “concordo” e pela redução das respostas neutras, pode indicar uma reorganização na forma como os licenciandos avaliam sua capacidade de mobilizar conceitos científicos no cotidiano. Uma interpretação possível é que, após a SD, os participantes tenham atribuído um sentido mais específico e exigente à ideia de “aplicar de forma prática com base em evidências”, o que pode ter deslocado respostas previamente mais afirmativas para a categoria “concordo”. Assim, os resultados apontam para uma percepção menos genérica dessa habilidade, reconhecendo tanto suas potencialidades quanto limites no contexto formativo.

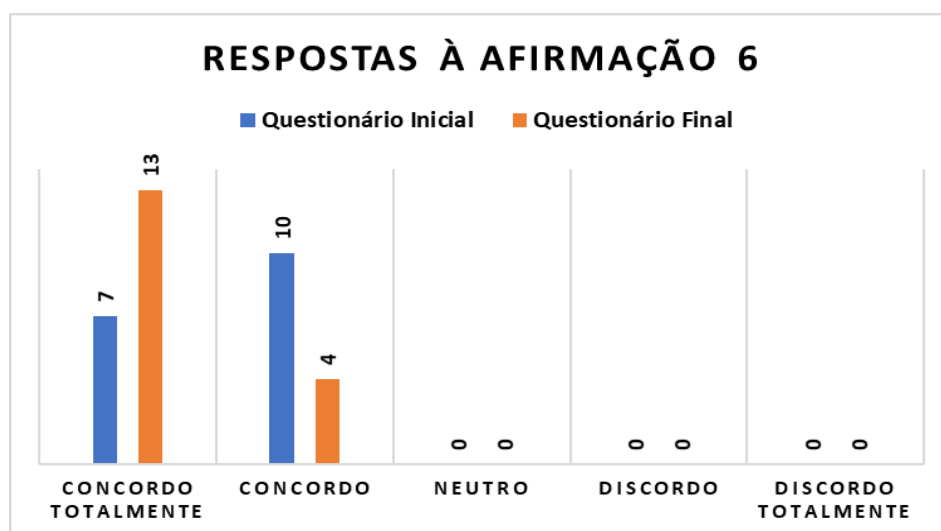
Essa leitura se apoia nas experiências vivenciadas ao longo da SD, que demandaram dos licenciandos não apenas o domínio conceitual, mas também a interpretação de dados, a análise de contextos específicos e a consideração de diferentes implicações sociais e ambientais, como no caso da discussão sobre a salinidade da água. Diante da situação real e complexa, os registros e discussões ao longo da SD sugerem que o conjunto de atividades pode ter favorecido a compreensão de que a aplicação do conhecimento científico no cotidiano tende a demandar mais do que a simples assimilação teórica, envolvendo reflexão, tomada de decisões e a construção de posicionamentos críticos.

Essa forma de trabalhar os conceitos científicos encontra respaldo em Milaré e Richetti (2021, p.24), ao afirmarem que “não faz sentido ensinar os conceitos de ciências por si só, é necessário integrá-los em contextos relevantes socialmente e incluir aspectos da vida cidadã”. Ao integrar conteúdos científicos a uma problemática socialmente significativa, os registros das atividades e discussões realizadas na SD indicam uma ampliação da reflexão dos licenciandos sobre os desafios envolvidos na aplicação do conhecimento científico em situações cotidianas.

Na sequência, a Afirmação 6 – *Eu valorizo o conhecimento científico e a tecnologia porque eles me ajudam a pensar de forma mais crítica e me dão ideias para resolver problemas do dia a dia* – visou compreender se os licenciandos percebem e valorizam a C&T no seu processo de formação. Essa afirmação foi elaborada com base na habilidade relacionada à apreciação da ciência e das tecnologias pela estimulação intelectual que elas proporcionam.

Com o objetivo de identificar possíveis mudanças na percepção dos licenciandos ao longo do desenvolvimento da SD, o Gráfico 6 apresenta os resultados obtidos nos questionários.

Gráfico 6 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 6 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Os dados da Afirmação 6 indicam uma alteração na distribuição das respostas entre o questionário inicial e o final. No primeiro momento, sete licenciandos (41,2%) assinalaram “concordo totalmente” e 10 (58,8%) marcaram “concordo”. No questionário final, observa-se um aumento das respostas em “concordo totalmente”, que passaram para 13 participantes (76,5%), acompanhado pela redução das respostas em “concordo”, que passaram para quatro licenciandos (23,5%).

Esse deslocamento pode estar relacionado às experiências vivenciadas ao longo das atividades desenvolvidas, como a leitura de textos sobre a salinização da água em Icapuí e a roda de conversa problematizadora, em que os licenciandos analisaram as implicações sociais e ambientais da controvérsia. O contato com problemáticas concretas e socialmente relevantes pode ter favorecido reflexões mais aprofundadas sobre o papel da ciência e da tecnologia, o que pode ter contribuído para que os licenciandos reconhecessem, de forma mais consistente, a importância desses conhecimentos como estímulos ao pensamento crítico e como apoio para lidar com questões do cotidiano.

Essa interpretação também pode ser compreendida a partir do papel que a escola assume no processo formativo, mediado, neste estudo, pela aplicação da SD pela pesquisadora. Nessa perspectiva, Lorenzetti (2023) argumenta que:

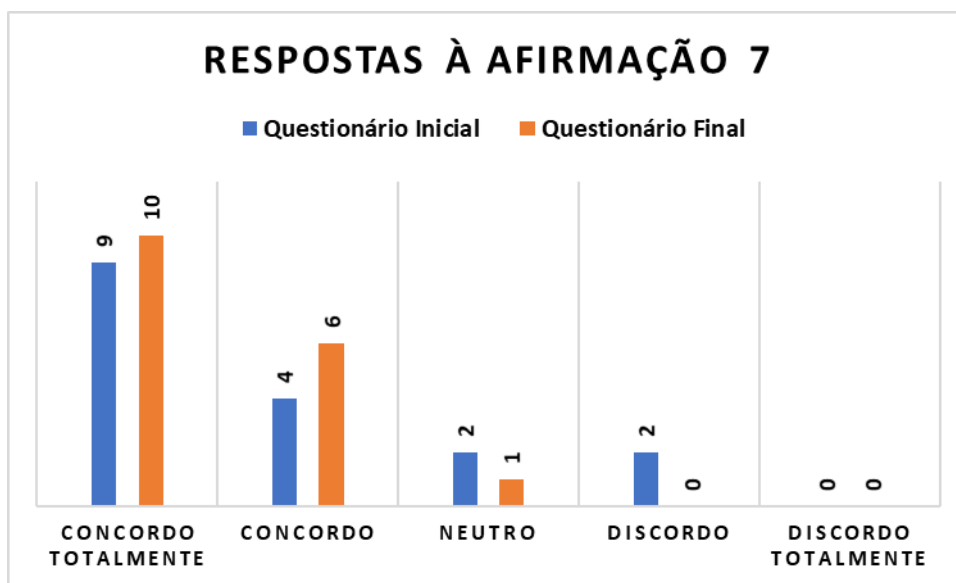
[...] a escola torna-se um espaço privilegiado para discutir a importância do conhecimento científico e tecnológico e suas influências na sociedade, uma vez que os indivíduos convivem e utilizam informações científicas em distintas situações, para além da sala de aula, envolvendo temáticas presentes na comunidade (Lorenzetti, 2023, p.2).

A partir dessa compreensão, os resultados observados podem ser interpretados como reflexo de um contexto educativo que favoreceu a aproximação entre ciência, tecnologia e questões sociais. Ao serem instigados a analisar situações que extrapolam o espaço escolar, os licenciandos tendem a perceber o conhecimento científico não apenas como um conjunto de informações, mas como um recurso relevante para compreender a realidade e refletir sobre ela.

Dando prosseguimento à apresentação dos dados, a Afirmação 7 – *Eu entendo que o conhecimento científico é construído por meio de pesquisas que seguem um processo rigoroso e dependem de teorias já estabelecidas* – direciona o olhar para a forma como os licenciandos compreendem a produção do conhecimento científico. Ao tratar da ciência como um saber construído a partir de investigações sistemáticas, articuladas a referenciais teóricos consolidados, essa afirmação foi elaborada com base na habilidade que compreende que a produção de saberes científicos depende, simultaneamente, de processos de pesquisa e de

conceitos teóricos. A seguir, o Gráfico 7 apresenta as respostas dos licenciandos para essa afirmação.

Gráfico 7- Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 7 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Na primeira aplicação, nove licenciandos (52,9%) marcaram a opção “concordo totalmente” e quatro estudantes (23,5%) assinalaram “concordo”. Além disso, dois participantes (11,8%) optaram pela alternativa “neutro” e outros dois (11,8%) indicaram “discordo”, não havendo registros na categoria “discordo totalmente”.

No questionário final, observa-se uma alteração na distribuição das respostas. O número de licenciandos que concordaram totalmente com a afirmação passou para 10 (58,8%), enquanto seis (35,3%) marcaram “concordo”. As respostas neutras reduziram-se para um participante (5,9%) e não foram registradas respostas nas categorias de discordância.

A presença de respostas neutras e de discordância no questionário inicial sugere que parte dos licenciandos ainda não se posicionava de forma definida quanto à ideia de que o conhecimento científico é produzido por meio de pesquisas rigorosas, apoiadas em teorias consolidadas. No questionário final, a redução dessas respostas e a ausência de discordâncias podem indicar uma maior clareza em relação a esse aspecto, sugerindo que os licenciandos passaram a reconhecer com mais segurança o caráter processual e fundamentado da produção científica.

A interpretação dos resultados se aproxima da concepção de Ciência apresentada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011, p.16), que afirmam que “todo conteúdo de saber é

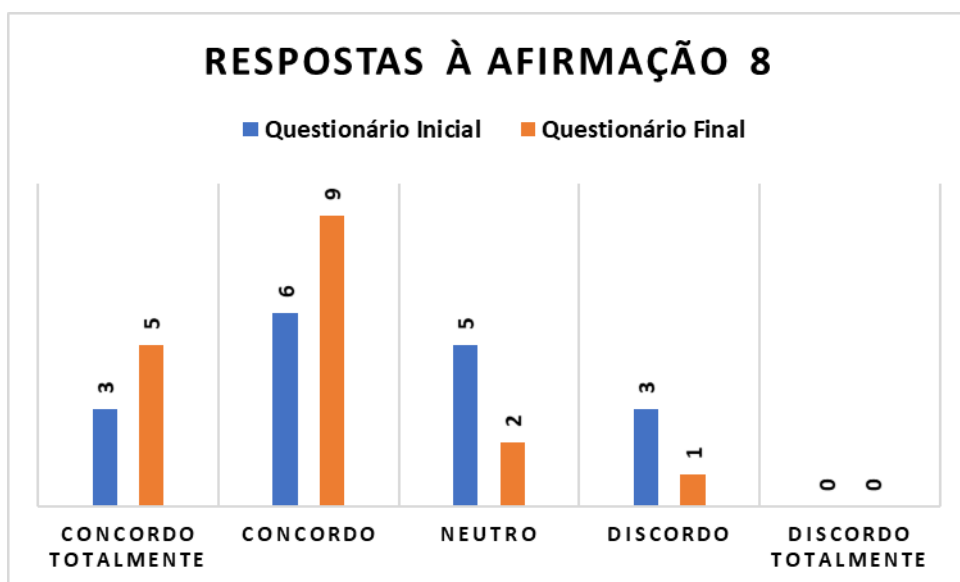
resultado de um processo de construção de conhecimento” e que, mais do que dominar os produtos do saber científico, é fundamental compreender que estes são resultantes de “um processo de investigação humana”. Ao enfatizarem essa perspectiva, os autores chamam atenção para a necessidade de compreender a Ciência como um conhecimento construído por investigações sistemáticas, apoiadas em referenciais teóricos, e não como um conjunto de informações prontas e desvinculadas de seu processo de produção.

Essa perspectiva ajuda a interpretar os resultados da Afirmação 7, uma vez que a redução das respostas neutras e a ausência de discordâncias no questionário final indicam maior segurança dos licenciandos em relação à forma como o conhecimento científico é produzido.

Outrossim, os dados que se seguem dizem respeito à Afirmação 8 – *Eu sei identificar a diferença entre resultados que vêm de estudos científicos e opiniões pessoais e evito misturar os dois em discussões ou decisões* – que está associada à habilidade de distinguir informações fundamentadas cientificamente de opiniões pessoais em diferentes contextos.

A seguir, apresenta-se o Gráfico 8 com a distribuição das respostas dos licenciandos a essa afirmação.

Gráfico 8 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 8 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Observa-se que, inicialmente, as respostas estavam distribuídas de forma diversificada: três licenciandos (17,6%) assinalaram “concordo totalmente” e seis (35,3%) marcaram “concordo”, enquanto cinco optaram por “neutro” (29,4%) e três (17,6%) por “discordo”. Esse cenário sugere que parte dos licenciandos (47%) apresentava incertezas ou dificuldades em

distinguir informações oriundas de estudos científicos de opiniões pessoais, especialmente em situações que envolvem debate ou tomada de decisão.

No questionário final, percebe-se uma mudança na percepção dos licenciandos. O número de respostas em “concordo totalmente” aumentou para cinco participantes (29,4%) e a opção “concordo” passou a ser marcada por nove estudantes (52,9%). Ao mesmo tempo, as respostas “neutro” diminuíram para dois participantes (11,8%) e apenas um estudante (5,9%) manteve a opção “discordo”.

Esses resultados sugerem que, ao final do processo, os licenciandos passaram a se sentir mais seguros para diferenciar informações baseadas em estudos científicos de opiniões pessoais. Ainda assim, a presença de respostas neutras e de discordância indica que essa distinção não se consolidou de forma homogênea, mostrando que se trata de uma habilidade que continua em desenvolvimento.

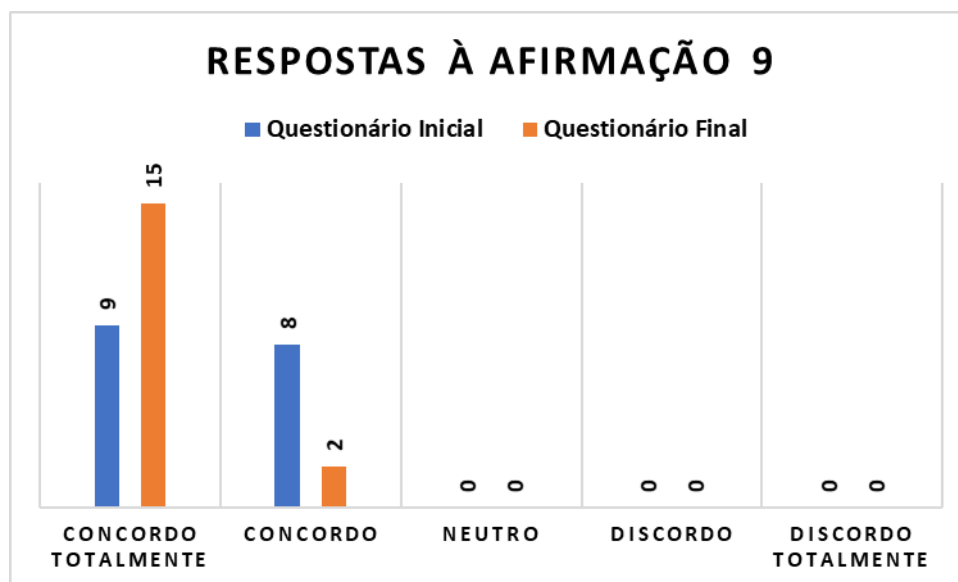
Essa dificuldade inicial pode ser compreendida a partir das contribuições de Nunes e Coelho (2025), que analisam o cenário atual de circulação de informações científicas marcado pela presença da pós-verdade e do negacionismo. Segundo os autores, muitos discursos negacionistas se sustentam na seleção intencional de fatos, na desconsideração de evidências científicas consolidadas e na disseminação de *fake news* e teorias da conspiração, o que dificulta que os indivíduos reconheçam quais informações são baseadas em dados confiáveis e quais são construídas a partir de interesses ideológicos.

Nesse sentido, o deslocamento observado no questionário final pode ser interpretado como indicativo de que as leituras, discussões e análises realizadas ao longo da SD contribuíram para tensionar dificuldades iniciais, ao instigar os licenciandos a confrontar opiniões com evidências e referências. Esse processo parece ter favorecido uma postura mais crítica diante das informações, reduzindo a insegurança inicial e ampliando a capacidade de diferenciar argumentos baseados em evidências daqueles sustentados principalmente por crenças ou opiniões. Ainda que essa habilidade não tenha sido plenamente consolidada por todos, os resultados sugerem um movimento importante de aproximação a uma leitura mais criteriosa e responsável da informação científica, aspecto central frente aos desafios apontados pelos autores.

Em seguida, à Afirmação 9 – *Eu reconheço que o conhecimento científico pode mudar ao longo do tempo conforme novas pesquisas são feitas e novas descobertas aparecem* – foi elaborada com base na habilidade de reconhecer a origem histórica da Ciência e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças a partir da acumulação de novos

resultados. O Gráfico 9 apresenta a distribuição das respostas obtidas nos questionários inicial e final, permitindo comparar possíveis mudanças nessa compreensão ao longo do processo formativo.

Gráfico 9 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 9 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Ao analisar as respostas relacionadas a Afirmação 9, percebe-se que, no questionário inicial, todos os licenciandos já demonstravam concordância com a ideia de que o conhecimento científico pode se modificar ao longo do tempo. Nesse momento, nove licenciandos (52,9%) assinalaram “concordo totalmente”, enquanto oito (47,1%) marcaram “concordo”, não sendo registradas respostas neutras ou de discordância.

Após o desenvolvimento das atividades, os dados do questionário final revelam um deslocamento expressivo das respostas para a concordância total. O número de licenciandos que marcaram “concordo totalmente” passou para 15 (88,2%), ao passo que apenas dois participantes (11,8%) assinalaram a opção “concordo”. O aumento expressivo da concordância total sugere um fortalecimento dessa compreensão declarada, podendo indicar que os licenciandos passaram a reconhecer com mais clareza que o conhecimento científico é provisório, construído historicamente e sujeito a mudanças conforme novas pesquisas e evidências são produzidas.

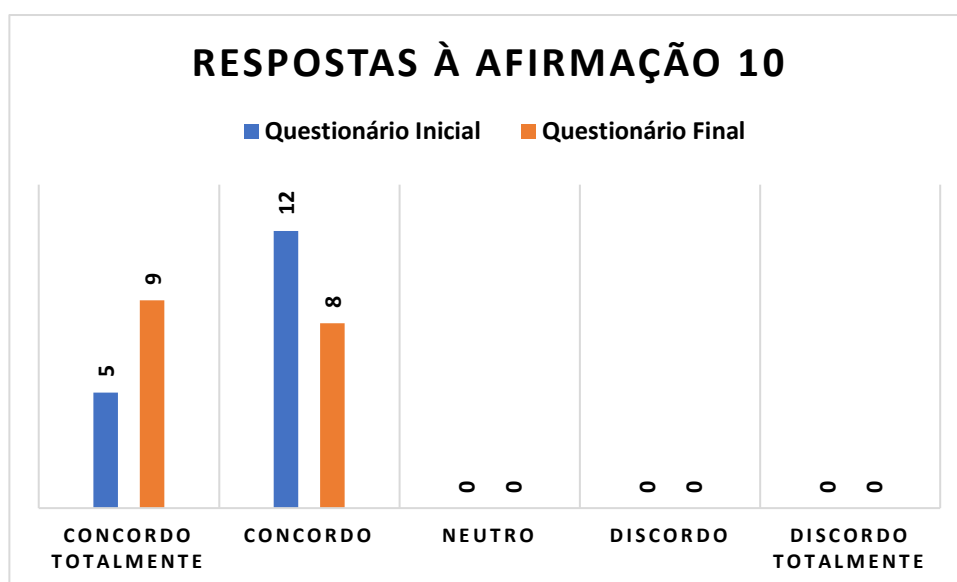
Esses resultados podem ser interpretados a partir da compreensão de ciência discutida por Sasseron e Carvalho (2011), com base em Fourez, ao destacarem que o conhecimento científico está sujeito a alterações decorrentes das interações sociais e históricas. Nessa

perspectiva, o desenvolvimento da ciência não depende apenas das informações produzidas ou dos métodos utilizados, como também envolve a forma como esses conhecimentos são construídos, organizados e compreendidos em determinados contextos. Essa leitura dialoga com a SD executada, que buscou problematizar a ciência como um processo em construção, associado a contextos reais e passível de revisões.

A análise avança com a Afirmação 10 – *Eu entendo como as tecnologias podem ser aplicadas para resolver problemas e melhorar a vida das pessoas, mas também sei que elas trazem desafios a serem considerados* – elaborada a partir da habilidade de compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implícitas em sua utilidade. Essa afirmação buscou explorar se os licenciandos percebiam o papel das tecnologias no cotidiano, considerando seus benefícios, limites, impactos e desafios associados ao seu uso.

A seguir, o Gráfico 10 reúne as respostas obtidas nos dois momentos da pesquisa, permitindo observar como essa percepção se organizou e se modificou ao longo do processo.

Gráfico 10 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 10 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

O Gráfico 10 retrata um cenário particular, pois já no questionário inicial os licenciandos demonstraram uma compreensão de que as tecnologias podem contribuir para resolver problemas e melhorar a vida das pessoas, ao mesmo tempo em que envolvem desafios a serem

considerados. Dos 17 participantes, cinco (29,4%) indicaram “concordo totalmente” e 12 (70,6%) assinalaram “concordo”, sem registros de neutralidade ou discordância.

No questionário final, embora a concordância continue unânime, observa-se uma mudança na forma como essa compreensão é expressa. O número de licenciandos que passaram a marcar “concordo totalmente” aumentou para nove (52,9%), enquanto oito (47,1%) permaneceram em “concordo”. Mais do que indicar uma simples mudança de opinião, esse resultado sugere um fortalecimento dessa percepção, possivelmente relacionado ao aprofundamento das discussões realizadas ao longo das atividades.

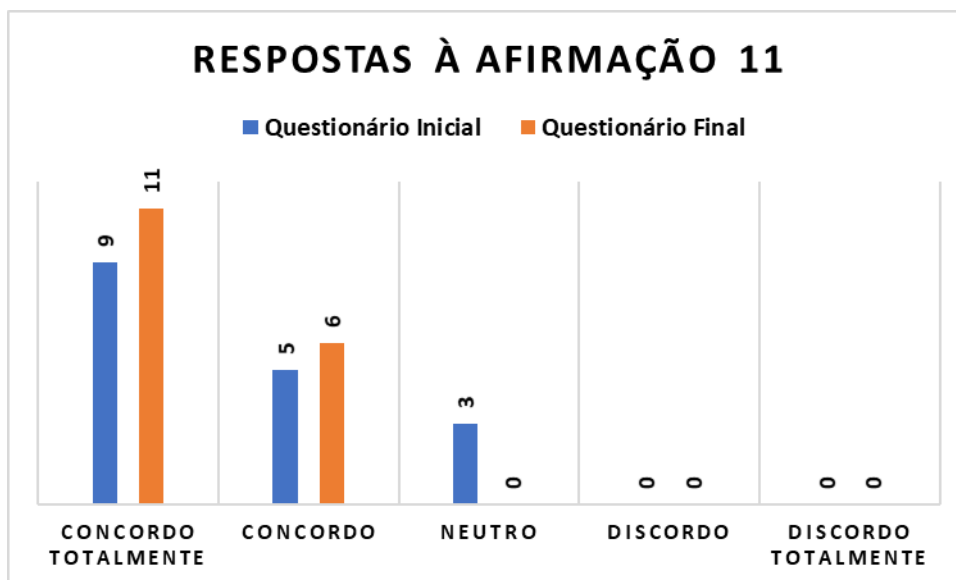
Ao lidar com situações que demandaram analisar benefícios, limites e implicações do uso das tecnologias, os licenciandos parecem ter passado a sustentar essa compreensão com maior convicção, reconhecendo que o papel da tecnologia envolve escolhas, responsabilidades e impactos que precisam ser considerados de forma crítica.

Ao discutir o papel das tecnologias no cotidiano, Fourez (1994; 2005) destaca que compreendê-las vai além de saber como funcionam ou como utilizá-las. Para o autor, é fundamental reconhecer que as tecnologias estão ligadas ao contexto social e histórico em que são produzidas e que influenciam a forma como as pessoas pensam, se organizam e agem. Nesse sentido, não apenas facilitam tarefas, mas também modificam hábitos, relações sociais e formas de tomada de decisão, como ocorre, por exemplo, com o uso de aplicativos digitais que alteram a maneira de comunicar, trabalhar ou consumir informações.

Nessa mesma direção, Milaré e Richetti (2021) apontam que as tecnologias interferem na forma como as pessoas compreendem e organizam a vida social, econômica e cultural, influenciando valores e práticas sociais. Logo, as contribuições desses autores auxiliam na interpretação dos resultados da Afirmação 10, uma vez que o aumento das respostas em “concordo totalmente” no questionário final pode indicar que os licenciandos passaram a expressar com mais clareza uma visão que não se limita ao uso instrumental da tecnologia e que considera os desafios envolvidos em sua aplicação.

Na continuidade das discussões, a Afirmação 11 – *Eu valorizo a importância das pesquisas e do desenvolvimento de novas tecnologias porque sei que elas são essenciais para resolver problemas e criar inovações* – está associada à habilidade de possuir conhecimentos e experiências que permitam apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico. O Gráfico 11 apresenta as respostas dos licenciandos no questionário inicial e final em relação a essa afirmação.

Gráfico 11 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 11 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Os dados apresentados no Gráfico 11 indicam que, inicialmente, nove licenciandos (52,9%) assinalaram “concordo totalmente” e cinco (29,4%) marcaram “concordo”, totalizando 82,3% de respostas positivas. Ainda assim, três licenciandos (17,6%) optaram pela alternativa “neutro”, o que sugere que, para parte do grupo, essa valorização ainda não se apresentava de forma plenamente definida.

No questionário final, observa-se uma mudança clara na distribuição das respostas. O número de licenciandos que passaram a marcar “concordo totalmente” aumentou para 11 (64,7%) e seis (35,3%) assinalaram “concordo”. Não houve registros de respostas neutras ou de discordância. A ausência de posições neutras, aliada ao aumento da concordância total, sugere maior consolidação do reconhecimento da importância da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.

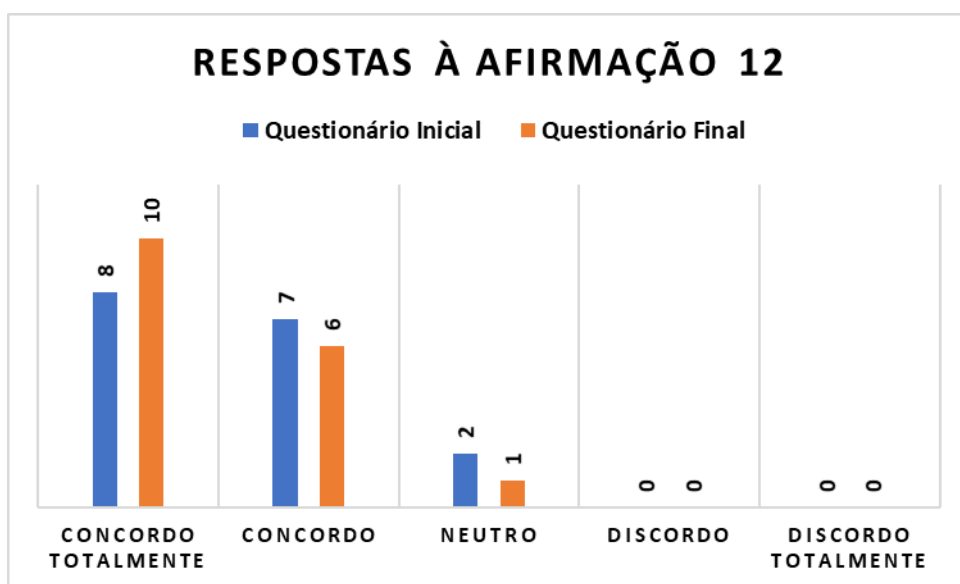
Essa leitura se aproxima da noção de AC proposta por Shen (1975) e retomada por Terroso e Brandão (2022), segundo a qual apreciar a ciência não se limita à capacidade de resolver problemas práticos ou aplicar conhecimentos técnicos. Nessa perspectiva, a ciência é entendida como uma produção cultural da humanidade, passível de ser reconhecida, valorizada e compreendida em seu significado social, histórico e simbólico, de modo semelhante à apreciação de manifestações artísticas. Logo, assim como alguém pode apreciar uma música, uma pintura ou um filme sem dominar os processos técnicos envolvidos em sua produção,

mesmo sem domínio aprofundado de procedimentos científicos, o sujeito pode atribuir valor à pesquisa e à inovação por reconhecer sua relevância para o desenvolvimento social.

Com base nessa compreensão, a maior concentração de respostas em “concordo totalmente” no questionário final pode indicar que os licenciandos passaram a expressar de forma mais definida essa valorização da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico, não apenas pelos resultados que produzem, mas por seu papel mais amplo na construção do conhecimento e no avanço da sociedade.

Na etapa seguinte, a Afirmação 12 – *Minha formação científica me ajuda a ver o mundo de maneira mais interessante e a entender melhor como as coisas funcionam ao meu redor, tanto na natureza quanto na sociedade* – direciona a análise para a forma como os licenciandos percebem os impactos da formação científica em sua maneira de compreender o mundo. Essa afirmação está associada à habilidade de retirar da formação científica uma visão de mundo mais rica e mais interessante. Os resultados correspondentes são apresentados no Gráfico 12.

Gráfico 12 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 12 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Visualiza-se que, desde o início, os alunos indicavam reconhecer a contribuição da formação científica para ampliar a forma de compreender o mundo. Dos 17 participantes, oito (47,1%) manifestaram concordar totalmente e sete (41,2%) indicaram “concordo”. Ainda assim, a presença de duas respostas “neutras” (11,8%) sugere que nem todos os participantes

percebiam, de forma igualmente clara, essa relação entre a formação científica e a maneira de interpretar a realidade.

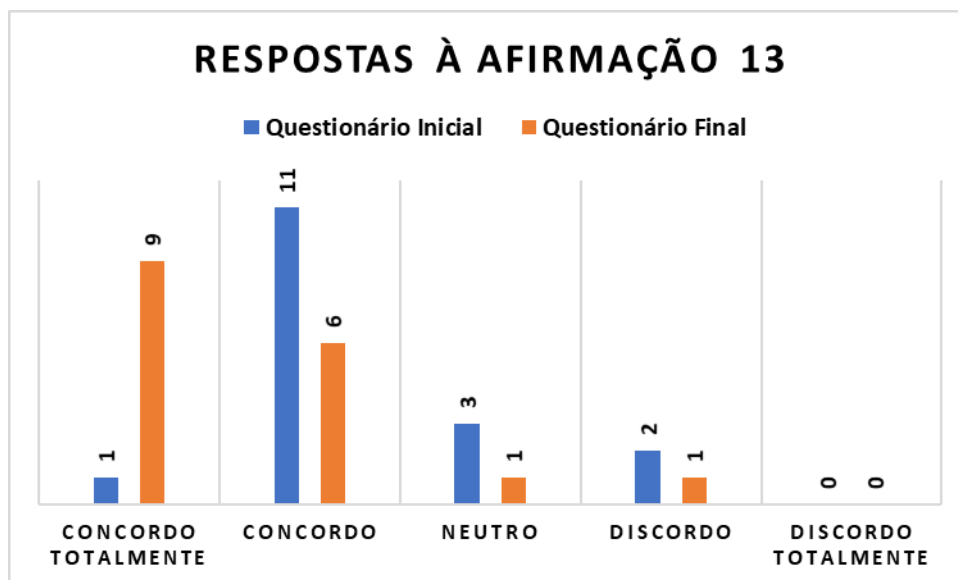
Ademais, no questionário final, observa-se um avanço sutil, porém significativo, nessa percepção. O número de licenciandos que passaram a marcar “concordo totalmente” aumentou para 10 (58,8%), enquanto seis (35,3%) mantiveram a opção “concordo”. Apenas um participante (5,9%) permaneceu na posição neutra, e não houve qualquer registro de discordância. Essa mudança indica que, ao longo do percurso formativo, os licenciandos tenderam a fortalecer a compreensão de que o conhecimento científico amplia o olhar sobre fenômenos naturais e sociais, contribuindo para uma leitura mais rica e crítica do mundo ao seu redor. Entretanto, a permanência de um participante na posição neutra sugere que esse movimento não ocorreu de forma homogênea, podendo estar relacionada a dificuldades individuais de compreensão ou à manutenção de concepções menos consolidadas.

Essa leitura se aproxima da visão de AC defendida por Chassot (2022), segundo a qual a ciência funciona como uma linguagem que possibilita “ler” o mundo. Para o autor, compreender ciência não significa apenas dominar conceitos, mas conseguir interpretar fenômenos da natureza e da sociedade, atribuindo sentido ao que acontece ao redor. Nessa perspectiva, considera-se que a formação científica amplia o olhar do sujeito e torna a realidade mais compreensível e significativa.

No contexto desta pesquisa, esse avanço pode estar relacionado a elementos específicos da SD, como as discussões e os momentos de reflexão coletiva sobre a CSC. Ao serem convidados a relacionar conteúdos científicos com fatos concretos, notícias, decisões sociais e experiências próximas da sua realidade, os licenciandos tiveram a oportunidade de exercitar essa “leitura do mundo” proposta por Chassot, o que pode ajudar a compreender a redução das respostas neutras e o aumento da concordância total no questionário final.

Em seguida, os alunos analisaram a Afirmação 13 – *Eu sei onde encontrar fontes confiáveis sobre temas científicos e tecnológicos quando preciso aprender mais ou tomar uma decisão importante* – que se relaciona à capacidade de conhecer e utilizar fontes válidas de informação científica e tecnológica em situações que exigem tomada de decisão. Os resultados obtidos estão apresentados no Gráfico 13, que sintetiza as respostas dos licenciandos nos questionários inicial e final.

Gráfico 13 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 13 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

O cenário das respostas para essa afirmação revela que, no questionário aplicado inicialmente, a maioria dos licenciandos já se percebia relativamente capaz de buscar fontes confiáveis, mas essa habilidade ainda aparecia de forma pouco consolidada. Apenas um licenciando (5,9%) assinalou “concordo totalmente”, enquanto 11 (64,7%) marcaram “concordo”. Ao mesmo tempo, três (17,6%) optaram pela alternativa “neutro” e dois (11,8%) indicaram “discordo”, sugerindo que uma parte do grupo ainda demonstrava insegurança ou dúvidas quanto a saber, de fato, onde encontrar informações científicas e tecnológicas confiáveis em situações de tomada de decisão.

Com relação ao questionário final, observa-se uma mudança expressiva nesse cenário. O número de respostas em “concordo totalmente” aumentou para nove (52,9%), enquanto em “concordo” diminuiu para seis (35,3%). As respostas “neutro” foram reduzidas para um (5,9%) e apenas um licenciando (5,9%) marcou a opção “discordo”. Esse resultado indica o fortalecimento dessa habilidade ao longo do percurso formativo, sinalizando que os licenciandos passaram a reconhecer com mais segurança a importância das fontes confiáveis, onde e como acessá-las.

As respostas observadas no questionário inicial podem ser compreendidas a partir do contexto atual de acesso à informação em que os licenciandos estão inseridos. Rodrigues, Lorenzetti e Selles (2025) chamam atenção para a circulação de discursos que se apresentam

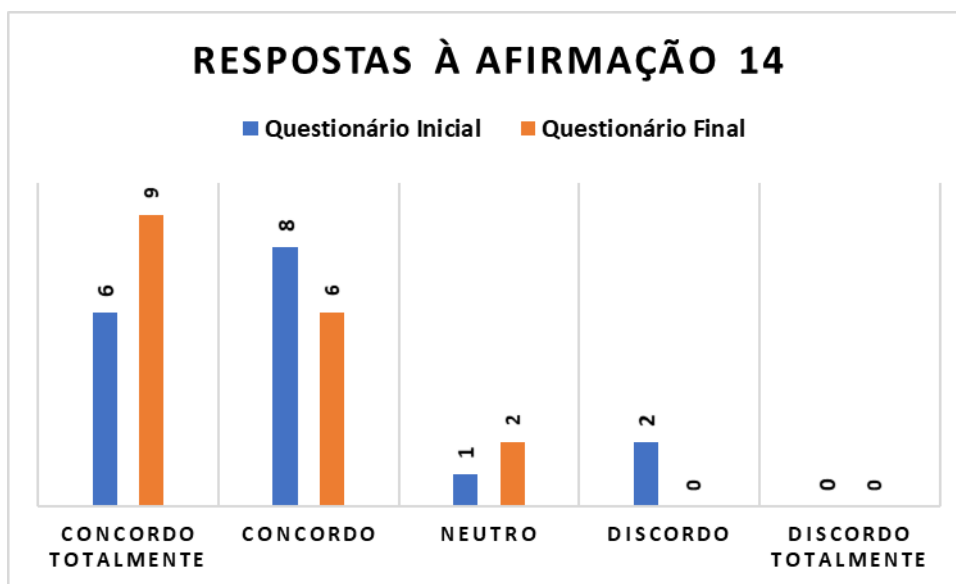
como científicos, mas que não se sustentam em evidências ou consensos da comunidade científica, muitas vezes amparados em falsas autoridades ou interesses políticos e econômicos.

Os autores citam exemplos históricos e atuais, como as campanhas da indústria do tabaco que, por décadas, minimizaram evidências científicas sobre a relação entre cigarro e câncer, bem como estratégias semelhantes utilizadas para questionar ou negar as pesquisas sobre as mudanças climáticas. Situações como essas contribuem para confundir o que é informação científica confiável e o que é opinião ou interesse, o que ajuda a compreender a presença expressiva de respostas neutras e de discordância no questionário inicial.

No questionário final, o aumento expressivo das respostas de concordância total e a redução das posições neutras e de discordância sugerem avanço nessa percepção. Ao longo da SD, o contato com a CSC, a análise de argumentos e a problematização de informações veiculadas em diferentes meios podem ter contribuído para esse avanço. Ainda assim, a permanência pontual de respostas que não expressam concordância total indica que essa habilidade continua em construção, exigindo experiências formativas contínuas que fortaleçam a autonomia na busca e na avaliação de informações científicas.

Para concluir a análise deste conjunto de afirmações, passa-se à Afirmação 14 – *Eu compreendo como as ciências e as tecnologias foram desenvolvidas ao longo da história e como elas foram moldadas pela sociedade e pelos avanços científicos* – a qual se relaciona à compreensão sobre a forma como as Ciências e as tecnologias são produzidas historicamente. As respostas dos licenciandos a essa afirmação encontram-se sintetizadas no Gráfico 14.

Gráfico 14 - Distribuição das respostas dos alunos à Afirmação 14 nos questionários inicial e final



Fonte: elaborado pela autora (2026).

Ao analisar as respostas do questionário inicial, observa-se que a maioria dos licenciandos já reconhecia que as Ciências e as Tecnologias são produtos de um processo histórico. Do total de participantes, seis (35,3%) marcaram “concordo totalmente” e oito (47,1%) assinalaram “concordo”, somando 82,4% de respostas positivas. Ainda assim, a presença de uma resposta neutra (5,9%) e de duas respostas em “discordo” (11,8%) indica que essa compreensão não estava igualmente consolidada entre todos.

No questionário final, as respostas concentram-se, em maioria, nos níveis de concordância. O número de licenciandos que assinalaram “concordo totalmente” passou para nove (52,9%), enquanto seis (35,3%) marcaram a opção “concordo”. Não houve registros de discordância, e dois participantes (11,8%) indicaram a opção neutra. Essa mudança das respostas sugere um avanço na compreensão dos licenciandos, com maior valorização do caráter histórico e social das Ciências e das tecnologias, ao mesmo tempo em que a presença de respostas neutras indica que essa percepção ainda está em processo de amadurecimento por parte dos licenciandos.

A leitura desses resultados pode ser aprofundada a partir das contribuições de Sasseron e Carvalho (2011), que defendem a importância de compreender as Ciências e as tecnologias como produções humanas situadas historicamente, atravessadas por valores, interesses e condições sociais específicas. Para as autoras, reconhecer esse caráter histórico implica superar a ideia de ciência como um conhecimento neutro ou desvinculado do contexto em que é produzido.

Nesse sentido, o aumento das respostas em “concordo totalmente” no questionário final pode ser interpretado como um indício de que os licenciandos passaram a perceber com maior clareza essa dimensão histórica e social da ciência e da tecnologia, indo além de uma compreensão meramente cumulativa do conhecimento. Ao mesmo tempo, a permanência de respostas neutras indica que essa compreensão ainda se encontra em processo de consolidação para parte do grupo, o que reforça a complexidade dessa habilidade e a necessidade de continuidade de propostas formativas que problematizem a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Ao final da análise das 14 afirmações, a comparação entre os questionários inicial e final permite descrever como os licenciandos se posicionaram, antes e após a SD, em relação a diferentes habilidades associadas à ACT. Em termos gerais, os registros indicam concentração de respostas nas categorias de concordância na maior parte das afirmações.

Em algumas habilidades, o grupo já apresentava alta concordância no questionário inicial. Nesses casos, o questionário final indica sobretudo uma maior concentração em “concordo totalmente”, sugerindo consolidação de percepções que já estavam presentes desde o início. Em outras afirmações, especialmente aquelas que inicialmente apresentaram maior dispersão (com presença de neutralidade e discordância), o questionário final mostra deslocamentos mais nítidos para a concordância. Esse padrão sugere que os licenciandos passaram a assumir posições mais definidas em temas como distinção entre evidências e opiniões e identificação de fontes confiáveis, ainda que essas habilidades não apareçam igualmente consolidadas para todos.

Cabe ainda considerar que nem toda mudança se expressa como aumento de “concordo totalmente”. Em alguns itens, a reorganização das respostas pode indicar uma leitura mais cuidadosa do enunciado e uma compreensão mais exigente do que significa mobilizar conhecimentos científicos em situações reais, que envolvem interpretação, limites e tomada de decisão. Por fim, a permanência pontual de respostas neutras em determinadas afirmações indica que algumas dimensões, como compreender ciência e tecnologia como construções históricas e socialmente situadas, permanecem em processo de consolidação. Esse resultado também sugere que parte dos licenciandos ainda não se sente plenamente preparada para se posicionar de forma autônoma diante de problemáticas sociocientíficas, evidenciando limites que precisam ser considerados no contexto da formação inicial. Assim, os questionários oferecem um retrato comparativo das percepções declaradas pelos licenciandos nos dois momentos, auxiliando para identificar as contribuições da intervenção.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão desenvolvida ao longo desta pesquisa evidenciou a necessidade de repensar o Ensino de Química na formação inicial de professores, especialmente no que se refere à articulação entre conhecimentos científicos e as demandas sociais, ambientais e tecnológicas que atravessam a realidade contemporânea. Ao longo do trabalho, tornou-se evidente que a ACT não se constitui apenas pela apropriação de conceitos e procedimentos, mas pela capacidade de compreender a ciência como uma construção humana, situada historicamente, permeada por interesses, limites e implicações sociais. Foi a partir dessa compreensão que se estruturou a proposta investigada, centrada no uso de uma CSC como eixo organizador de uma SD.

Os resultados analisados indicam que a vivência dessa proposta favoreceu indícios de deslocamentos nas percepções dos licenciandos em relação a diferentes dimensões associadas à ACT. De modo geral, observou-se, a partir da comparação entre os questionários inicial e final, uma redução das respostas neutras e de discordância em diferentes afirmações, acompanhada de maior concentração nas categorias de concordância. Esse movimento sugere que parte dos licenciandos deixou posições de indefinição ou de compreensão ainda pouco problematizada para declarar entendimentos mais articulados acerca de aspectos como a natureza provisória da ciência, seus limites e potencialidades, e sua relação com contextos sociais, políticos e econômicos. Esse deslocamento não ocorreu de maneira uniforme nem linear, o que reforça o entendimento de que o desenvolvimento da ACT é um processo gradual, marcado por avanços, tensões e diferentes ritmos de apropriação entre os sujeitos.

Acrescenta-se que, a análise das atividades realizadas ao longo dos 3MP permitiu aprofundar essa leitura. A problematização inicial possibilitou o reconhecimento da relevância social da temática abordada, ao mesmo tempo em que evidenciou lacunas nos conhecimentos prévios dos licenciandos. A organização do conhecimento contribuiu para a sistematização dos conceitos científicos necessários à compreensão da problemática, enquanto o momento de aplicação do conhecimento se mostrou especialmente potente para a mobilização da argumentação, da tomada de decisão e da reflexão sobre limites e impactos das soluções propostas.

Nesse sentido, mais do que apontar respostas prontas, a SD favoreceu a construção de questionamentos e a compreensão da complexidade inerente às questões sociocientíficas. Do ponto de vista teórico, este estudo contribui para o debate em ACT que a compreende como prática formativa articulada à problematização de contextos reais, ao evidenciar que a inserção de CSC pode favorecer indícios de mobilização de habilidades associadas à argumentação, à análise crítica e à tomada de decisões fundamentadas na formação inicial de professores de Química.

A articulação entre ACT, CSC e os 3MP mostrou-se coerente com uma perspectiva de Ensino que valoriza a problematização, o diálogo e a contextualização, contribuindo para superar uma visão fragmentada e tecnicista do conhecimento químico. Assim, a pesquisa não apenas dialoga com a literatura da área, mas também oferece elementos empíricos — como os deslocamentos observados nas respostas dos questionários inicial e final, a redução de posicionamentos neutros, a ampliação da argumentação nas discussões e as propostas de intervenção elaboradas pelos licenciandos — que sustentam a pertinência dessa abordagem no

contexto da formação docente, especialmente frente à lacuna identificada na literatura quanto à análise empírica da ACT no âmbito da formação inicial em Química a partir de intervenções didáticas estruturadas.

No âmbito prático, a SD desenvolvida constitui uma possibilidade concreta de trabalho pedagógico que pode inspirar outras propostas formativas, tanto na licenciatura quanto na Educação Básica. A escolha de uma problemática contextualizada revelou-se um aspecto central para o engajamento dos participantes e para a atribuição de sentido aos conteúdos estudados. Entretanto, sua implementação também evidenciou desafios pedagógicos, como o tempo necessário para aprofundamento das discussões, a dificuldade inicial dos licenciandos em assumir posicionamentos argumentativos e a necessidade de mediação docente constante para evitar simplificações excessivas da controvérsia.

Desse modo, o estudo contribui ao indicar que a formação inicial de professores pode se beneficiar de propostas que integrem conhecimentos científicos, reflexão crítica e análise de problemas reais, preparando futuros docentes para uma atuação mais consciente e socialmente comprometida. Todavia, tais propostas demandam intencionalidade pedagógica, planejamento cuidadoso e acompanhamento formativo, não se configurando como estratégias de aplicação imediata ou automática.

Apesar das contribuições apresentadas, é fundamental reconhecer as limitações desta investigação. O estudo foi realizado em um contexto específico, com um grupo delimitado de participantes e em um intervalo de tempo restrito, o que impede generalizações mais amplas. Além disso, os dados analisados refletem percepções declaradas e produções desenvolvidas em um recorte temporal determinado, não permitindo a consolidação das habilidades associadas à ACT em longo prazo. Do ponto de vista pedagógico, também se reconhece que a proposta não garante, por si só, a transformação das práticas futuras desses licenciandos, sendo necessário considerar processos formativos contínuos e articulados ao longo do curso de licenciatura. Essas limitações apontam para a complexidade do fenômeno investigado.

Diante disso, pesquisas futuras podem aprofundar as discussões apresentadas ao longo deste trabalho, investigando, por exemplo, a permanência dessas percepções ao longo do tempo, a aplicação de CSC em diferentes contextos formativos ou a transposição dessas experiências para a prática docente em salas de aula da Educação Básica. Estudos que articulem diferentes instrumentos metodológicos podem contribuir para ampliar a compreensão sobre os processos envolvidos na mobilização de aspectos relacionados à ACT.

Dado o exposto, compreende-se que a utilização de uma CSC, desenvolvida por meio de uma SD, configurou-se, no contexto desta pesquisa, como uma estratégia promissora para favorecer indícios de mobilização de aspectos relacionados à ACT na formação inicial de professores de Química. Contudo, esse resultado não deve ser entendido como conclusivo ou definitivo, mas como um convite à continuidade do debate e à ampliação de práticas formativas que compreendam o Ensino de Química como um espaço de reflexão crítica, diálogo e construção de sentidos frente aos desafios da sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, N.; ISHAK, M. I. S.; BHAWANI, S. A.; UMAR, K. Various Natural and Anthropogenic Factors Responsible for Water Quality Degradation: a review. **Water**, v. 13, n. 19, p. 2660, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/w13192660>.
- ANDRADE, E. S. A. **Educação Ambiental nos anos iniciais**: desafios e práticas docentes nas escolas municipais de Campo Grande – MS, 2025, 247f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo grande, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/11901/1/Eliane%20da%20Silva%20Andrade%202025_Tese.pdf. Acesso em 18 set. 2025.
- APHA; AWWA; WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2017.
- ARAÚJO, K. V. *et al.* Vulnerabilidade à salinização por intrusão marinha em aquífero costeiro do Estado do Ceará. **Derbyana**, v. 44, p. e794, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14295/derb.v44.794>.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p.1-13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-tecnológica para quê?. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n, 2, p. 122-134, 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10048>. Acesso em: 12 dez. 2024.
- BANDH, S. A.; MUSHTAQ, B. Drinking Water Treatment Process. **Springer Water**, p. 165-227, 2025. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-86684-53>.
- BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A natureza da ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **Actio**, Curitiba, v.3, n. 1, p.115-130, jan./abr. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/7093>. Acesso em: 27 set. 2023.
- BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil**: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. 224 p. ISBN 978-85-7523-032-9.
- BOYD, C. E. PH, Carbon Dioxide, and Alkalinity. **Water Quality**, p. 153-178, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-17446-4_8.
- Boyd, C.E.** Dissolved Solids. In: *Water Quality*. Cham: Springer, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-23335-8_5
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação Infantil e Ensino Fundamental. Versão final. Brasília: MEC, 2017.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ensino Médio. Versão final. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDBN. Lei Nº 9.394/1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pibid>. Acesso em: 05 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria GM/MS nº 888**, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 mai. 2021, seção 1, ed.58, p. 127.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf . Acesso em: 23 jan. 2026.

CARVALHO, A. M. P.; TINOCO, S. C. O Ensino de Ciências como 'enculturação'. In: Catani, D. B. e Vicentini, P. P., (Orgs.). **Formação e autoformação: saberes e práticas nas experiências dos professores**. São Paulo: Escrituras, 2006, p.251-255.

CASTRO, M. C. de.; JUNIOR, P. M.; LIU, A. S. Abordagem CTS: uma análise dos anais dos Encontros Nacionais de Ensino de Química, de 2012 a 2018. **Revista Ciências & Ideias**, [S.l.], v.10, n.3., p.191-205, set./dez, 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1175>. Acesso em: 27 set. 2023.

CAVASSANI, T. B; SEMINATTI, G.; NASCIMENTO, T. V.; FERREIRA, F. G. Divulgação Científica e os Três Momentos Pedagógicos: Contribuições à Formação de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 103–124, 2024. DOI: 10.53003/redequim.v10i1.4963. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4963>. Acesso em: 24 agos. 2025.

CEARÁ. **Lei nº 12.197, de 8 de novembro de 1993**. Denomina de “Canal do Trabalhador” o sistema adutor de transposição de água do Rio Jaguaribe ao Açude Pacajus e sistema Pacoti-Riachão-Gavião. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, 10 nov. 1993.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 8 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2022. 360 p.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2024.

CLASON, D. L.; DORMODY, T. J. Analyzing data measured by individual Likert-type items. **Journal of Agricultural Education**, v. 35, n. 4, p. 31–35, 1994.

CONRADO, D. M. **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico**, 2017. 239 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de

Feira de Santana, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/24732>. Acesso em: 29 set. 2023.

COSTA JÚNIOR, J. F.; CABRAL da, E. L. dos S.; DE SOUZA, R. C.; BEZERRA, D. de M. C.; E SILVA, P. T. de F. Um estudo sobre o uso da escala de Likert na coleta de dados qualitativos e sua correlação com as ferramentas estatísticas. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 360–376, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.1-021. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/4009>. Acesso em: 01 dez. 2025.

COSTA, W. L. da; RIBEIRO, R. F.; ZOMPERO, A. de F.. Alfabetização Científica: diferentes abordagens e alguns direcionamentos para o Ensino de Ciências. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, [S. l.], v. 16, n. 5, p. 528–532, 2015. DOI: 10.17921/2447-8733.2015v16n5p528-532. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/3868>. Acesso em: 11 dez. 2024.

COUTINHO, C. P. **Metodologia de investigação em Ciências Sociais e Humanas**: teoria e prática. 2ª ed. Coimbra: Edições Almedina S. A., 2015.

CUNHA, R. B. O peso das questões sociais na noção de scientific literacy no Brasil. **RUA**, Campinas, SP, v. 28, n. 1, p. 295–319, 2022. DOI: 10.20396/rua.v28i1.8670299. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rua/article/view/8670299>. Acesso em: 10 dez. 2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DUSO, L. Discussões de controvérsias sociocientíficas e projetos integrados: perspectivas para o ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 11., 2017, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0981-1.pdf>. Acesso em: 28 set. 2023.

EJIOHUO, O. *et al.* Ensuring water purity: mitigating environmental risks and safeguarding human health. **Water Biology And Security**, v. 4, n. 2, p. 100341, 2025. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.watbs.2024.100341>.

FONSECA, E. M. da.; DUSO, L. A discussão do movimento antivacina para uma formação crítica: implicações no ensino de ciências através das controvérsias sociocientíficas. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 9, n. 1, 2020. DOI: 10.35819/tear.v9.n1.a3972. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3972>. Acesso em: 27 set. 2023.

FONSECA, E. M.; DUSO, L.; HOFFMANN, M. B. Discutindo a temática agrotóxicos: uma abordagem por meio das controvérsias sociocientíficas. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, Tocantinópolis, v.2, n.3, o. 881-898, jul./dez., 2017. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/campo/article/view/3814>. Acesso em: 29 set. 2023.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Tradução: Elsa Gómez de Sarriá. Buenos Aires: Colihue, 2005.

FOUREZ, G. **Alphabétisation scientifique et technique**. Bruxelles, Belgium, 1994.

GARCIA, B.; OLIVEIRA, A. P.; LORENZETTI, L.; ZANLORENZI, M. A. As pesquisas sobre Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade/Ambiente e alfabetização científica e tecnológica socializadas no ENPEC (2011-2017). **Revista Amazônia**, [s.l.], v.16, n.37, p. 151-163, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7900>. Acesso em: 29 set. 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2009. 208 p.

GITIS, V.; HANKINS, N. Water treatment chemicals: trends and challenges. **Journal Of Water Process Engineering**, v. 25, p. 34-38, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jwpe.2018.06.003>.

HAZEN, R. M. E; TREFIL, J. Science Matters. **Achieving scientific literacy**. New York, Anchor Books Doubleday, 1991.

HEM, J. D. **Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water**. Washington, DC: U.S. Geological Survey, 1985. Disponível em: <https://doi.org/10.3133/wsp2254>. Acesso em: 6 jan. 2026.

HURD, P. D. Scientific Literacy: its meaning for american schools. **Educational leadership**, v.16, n.1, p.13-16, 1958.

HURD, P. D. Scientific Literacy: new minds for a changing world. **Science & Education**, v.82, n.3, p.407-416, 1998.

JAMIESON, S. Likert scales: how to (ab)use them. **Medical Education**, Hoboken, v. 38, n. 12, p. 1217–1218, dez. 2004. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2004.02012.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15566531/> . Acesso em: 23 set. 2025.

KAUSHAL, S. S. *et al.* Freshwater faces a warmer and saltier future from headwaters to coasts: climate risks, saltwater intrusion, and biogeochemical chain reactions. **Biogeochemistry**, v. 31, p. 168, 2025. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-025-01219-6>.

KLASSEN, J.; ALLEN, D.M. Assessing the risk of saltwater intrusion in coastal aquifers. **Journal Of Hydrology**, v. 551, p. 730-745, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.02.044>.

KRUPCZACK, C.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 9, n. 1, 2020. DOI: 10.35819/tear.v9.n1.a3820. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/3820>. Acesso em: 6 jan. 2026.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. A natureza da ciência na formação de professores por meio das controvérsias sociocientíficas: o estado do conhecimento. **Revista Ciências & Ideias**, [S.l.], v.11, n.2., p.2-16, mai./ago., 2020. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/1102>. Acesso em: 27 set. 2023.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. Controvérsias Sociocientíficas: uma análise da produção acadêmica brasileira. **VIDYA**, v. 39, n. 1, p. 277-290, jan./jun., 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2654>. Acesso em: 27 set. 2023.

LACERDA, G. Alfabetização científica e formação profissional. **Educação & Sociedade**, [S. l.], n. 60, p. 91–108, 1997. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/es/a/6VdjnDyMgyBdQqn7Xd8zJdh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 dez. 2024.

LAFRENIERE, M. J.; SHARP, M. J. A comparison of solute fluxes and sources from glacial and non-glacial catchments over contrasting melt seasons. *Hydrological Processes*, v. 19, p. 2991–3012, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hyp.5812>

LAUGKSCH, R. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, v. 84, n. 1, p. 71-94, 1999.

LEAL, M. C.; SELLES, S. E. Sociologia e ensino de ciências: anotações para discussão, In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, I, *Anais [...]* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 1997. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ienpec/ienpec.html. Acesso em: 11 dez. 2024.

LEAL, M. C.; SOUZA, G. G. Mito, ciência e tecnologia no ensino de ciências: o tempo da escola e do museu. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, I, *Anais [...]* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 1997. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ienpec/ienpec.html. Acesso em: 11 dez. 2024.

LI, P.; WU, J. Water Resources and Sustainable Development. *Water*, v. 16, n. 1, p. 134, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/w16010134>.

LIMA, W. de P. **Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2008.

LORENZETTI, L. A alfabetização Científica e Tecnológica: pressupostos, promoção e avaliação na educação em Ciências. In: Milaré, T. *et al.* **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências: Fundamentos e Práticas**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da física, 2021. p. 19-45.

LORENZETTI, L. A alfabetização Científica na Educação em Ciências. *Actio*, Curitiba, v.1, n.1, p.1-3, jul./dez., 2016. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/actio/article/viewFile/7266/4540>. Acesso em: 27 set. 2023.

LORENZETTI, L. Promovendo a Alfabetização Científica e Tecnológica no Contexto Escolar. **Educação Por Escrito**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. e45045, 2023. DOI: 10.15448/2179-8435.2023.1.45045. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/porescrito/article/view/45045>. Acesso em: 06 set. 2025.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS SÉRIES INICIAIS. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 37-50, 2001. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1983-21172001000100037&script=sci_abstract. Acesso em: 12 dez. 2024.

MADEIRO, C. **Mar avança até 400m, expulsa moradores e salga água doce de cidade no CE**. UOL Notícias, 28 jan. 2024. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/columnas/carlos-madeiro/2024/01/28/mar-avanca-ate-400m-expulsa-moradores-e-salga-agua-doce-de-cidade-no-ce.htm>. Acesso em: 15 dez. 2024.

MAESTRELLI, S. G.; LORENZETTI, L. As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e os livros didáticos. *Revista Amazônia*, [s.l.], v.13, n.26, p.05-21, jan./jun., 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/4308>. Acesso em: 28 set. 2023.

MARANDINO, M.; LEITE, E. D.; JUNIOR, P. D. C. Esquentando o debate: análise de temas sociocientíficos controversos selecionados por licenciandos em visitas a museus. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 49, [s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/tfR5XMRCxfNrYgHWZzdBh5H/>. Acesso em: 29 set. 2023.

MARANDINO, M.; ROCHA, J. N.; CERATI, M.; SCALFI, G. OLIVEIRA, D.; LOURENÇO, M. F. Ferramentas teórico-metodológica para o estudo dos processos de alfabetização científica em ações de educação não formal e comunicação pública da ciência: resultados e discussões. **JCOMAL**, [s.l.], v.1, n.1, p.1-24, 2018. Disponível em: https://jcomal.sissa.it/article/pubid/JCOMAL_0101_2018_A03/. Acesso em: 10 dez. 2024.

MÉLO, F. E. L.; PEIXOTO, F. S.; MORAIS, C. C. O.; GOMES, M. C. R.; DIAS, G. H. Coastal aquifer water quality for domestic supply of small communities in the semiarid Potiguar - Brazilian Northeast. **Journal Of South American Earth Sciences**, v. 132, p. 104633, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104633>.

MILARÉ, T.; ALVES FILHO, J. P. Ciências no nono ano do ensino fundamental: da disciplinaridade à alfabetização científica e tecnológica. **Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n. 02, p. 101-120, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/z4vbSvqX9FHtyxNztZSggPr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 jan. 2025.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. História e Compreensões da Alfabetização Científica e Tecnológica. In: Milaré, T. *et al.* **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências**: Fundamentos e práticas. 1ª ed. São Paulo: Livraria da física, 2021. P. 19-45.

MOLAJOU, A.; AFSHAR, A.; KHOSRAVI, M.; SOLEIMANIAN, E.; VAHABZADEH, M.; VARIANI, H. A. A new paradigm of water, food, and energy nexus. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 30, n. 49, p. 107487-107497, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-13034-1>.

MONTEIRO, A. M.; COSTA, C. Z. P. R.; PEREIRA, J. S. Garantindo a segurança hídrica como um direito humano fundamental: análise dos marcos regulatórios internacionais e nacionais. **Vernáculo: Territórios Contemporâneos**, v. 1, n. 4, p. 94–107, 2023. Disponível em: <https://www.periodicos.univag.com.br/index.php/Vernacula/article/view/2349/2541>.

NASCIMENTO, F. P. do.; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da pesquisa científica**: teoria e prática: como elaborar TCC. Brasília: Thesaurus, 2016.

NIEZER, N. T. **Ensino de soluções químicas por meio da abordagem Ciência Tecnologia-Sociedade (CTS)**, 2012. 139 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Ponta Grossa, 2012. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1237?mode=simple>. Acesso em 28 set. 2023.

NUNES, A. O.; COELHO, M. N. **Fundamentos de alfabetização científica e tecnológica**: teorizações e novos olhares. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2025, 108 p.

NUNES, A. O.; LEITE, R. F.; JUSTINA, L. A. D.; RODRIGUES, M. F. A alfabetização científica e tecnológica em cursos de licenciatura em ciências biológicas: uma investigação em instituições públicas brasileiras. **HOLOS**, [S. l.], v. 1, n. 39, 2023. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/14351>. Acesso em: 17 dez. 2024.

OLIVEIRA, A. L. dos S. **Interseções entre os Diálogos Freireanos e a Perspectiva CTS**: Traçando Itinerários Formativos em Ciências da Natureza, 2026, 118f. Dissertação (Mestrado

em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza-CE, 2026.

OLIVEIRA, A. M.; TOLEDO, P. H. O.; FREIRE, C. C.; GOMES, M. G.; BUARQUE, A. C. S. Análise do avanço da cunha salina em sistema aquífero costeiro. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 5, p. 939-950, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018167251>.

PELLA, M. O.; O'HEARN, G. T.; GALE, C. W. Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 4, n. 3, p. 199–208, set. 1966. DOI: 10.1002/tea.3660040317.

PENICK, J. E. Ensinando “alfabetização científica”. **Educar**, Curitiba, n. 14, p.91-113, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/er/a/Q7GTyxDcSKMFrbHhPSnpbqF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 dez. 2024.

PINHEIRO, J. P. S.; WINDSOR, F. M.; WILSON, R. W.; TYLER, C. R. Global variation in freshwater physico-chemistry and its influence on chemical toxicity in aquatic wildlife. **Biological Reviews**, v. 96, n. 4, p. 1528-1546, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12711>.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência educ.**, Bauru, v. 13, n. 01, p. 71-84, abr.2007. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132007000100005&lng=pt&nrm=iso. acessos em 08 set. 2025.

PUSHPALATHA, N.; SREEJA, V.; KARTHIK, R.; SARAVANAN, G. Total dissolved solids and their removal techniques. **International Journal of Environmental Sustainability and Protection**, v. 2, n. 2, p. 13–30, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.35745/ijesp2022v02.02.0002>.

QUIDIGNO, R. A. F.; KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A.; CAMARGO, S.; BRUNS ZIMER, T. T. Uma proposta de sequência didática sobre agrotóxicos fundamentada na abordagem de controvérsias sociocientíficas e na teoria das situações didáticas. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 10, n. 2, 2021. DOI: 10.35819/tear. v. 10. n. 2. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/5120>. Acesso em: 27 set. 2023.

REIS, R. A. M. dos.; BADARÓ, L. F.; OLIVEIRA, V. M. de.; SOUZA, J. de. O movimento disciplinar na educação física norte-americana: contribuições e limites para a estruturação do campo científico. **Educação e Pesquisa**, [S. l.], v. 48, n. contínuo, p. 1-20, 2022. DOI: 10.1590/S1678-4634202248234816por. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ep/article/view/198873>.. Acesso em: 10 dez. 2024.

RINGLER, C. *et al.* The role of water in transforming food systems. **Global Food Security**, v. 33, p. 100639, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100639>.

RODRIGUES, D. A. M.; LORENZETTI, L.; SELLES, S. E. Enfrentamento ao negacionismo científico e a promoção da alfabetização científica e tecnológica nos currículos estaduais de ciências do Nordeste brasileiro. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 99-122, 2025. Disponível em: https://reec.educacioneditora.net/volumenes/volumen24/REEC_24_01_06_ex2222_1094.pdf . Acesso em: 08 set. 2025.

ROSA, C. T. W. da; AMARAL, L. C. Z. Formação Cidadã no ensino de Ciências: diálogo com a ACT. In: Milaré, T. *et al.* **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da física, 2021. P. 95-110.

RUSYDI, A. F. Correlation between conductivity and total dissolved solid in various type of water: a review. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 118, p. 012019, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012019>.

SAALIDONG, B. M.; ARAM, S. A.; OTU, S.; LARTEY, P. O. Examining the dynamics of the relationship between water pH and other water quality parameters in ground and surface water systems. **Plos One**, v. 17, n. 1, p. e0262117, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0262117>.

SACCOMANI, R.; MARCHI, L. F. B.; SANCHES, R. A. Primavera silenciosa: uma resenha. **Revista Saúde em Foco**, [S.l.], n. 10, p. 1-10, 2018. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/09/085_PRIMAVERA-SILENCIOSA-uma-resenha.pdf. Acesso em: 11 dez. 2024.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigados em ações do (PIBID/UFS/Química), **Scientia Plena**, v. 9, n.7, 2013, p 01-06. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517>. Acesso em: 30 set. 2023.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências, **Ciência & Educação**, v.7, n.1, 95-111, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/>. Acesso em: 02 jan. 2025.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 2, n.2, p. 110-132, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpp5jqRL>. Acesso em: 10 set. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P de. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 59–77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>. Acesso em: 13 dez. 2024.

SCALFI, G. A. de M. **Crianças em visitas familiares a museus de ciências: análise do processo de alfabetização científica**, 2020, 415f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-30092020-191540/publico/Tese_Scalfi_2020_dig_cor_errata_11_02_21.pdf. Acesso em: 10 dez. 2024.

SHEN, B. S. P. Views: Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American Scientist**, [S. l.], v. 63, n. 3, p. 265-268, Mai/jun 1975.

SILVA, A. C. S.; MONTEIRO, A. O.; SILVA, S. A.; JUCÁ, S. C. S.; PASCOAL, C. V. P. Reflexões sobre o ensino tradicionalista de Química e uma comparação entre as ferramentas de ensino: visita técnica e softwares de simulação interativa. **Research, Society and Development**, v. 08, n. 08, p. 01-12, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662199037/html/>. Acesso em: 02 out. 2023.

SILVA, J. E.; SILVA, S. E. P.; SOUZA, A. S.; SOUZA, A. P. Concepções de licenciandos do curso de química sobre os princípios do movimento CTSA: uma reflexão nos currículos de

formação docente. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v.4, n.1, p. 60-74, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/5256/3846>. Acesso em: 29 set. 2023.

SILVA, L. C. S. da. Educação Científica infantil em espaços não formais funcionais. 2022. 1608 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) – Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, 2022. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/15948/2/LUIS_CARLOS_SOARES_DA_SILVA.pdf. Acesso em: 13 dez. 2024.

SIQUEIRA, G. C. de.; RIBEIRO, S. A. F.; FREITAS, C. C. G.; SOVIERZOSKI, H. H.; LUCAS, L. B. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rt/article/viewFile/14128/8394>. Acesso em: 11 dez. 2024.

SKOOG, WEST, HOLLER, CROUCH, **Fundamentos de Química Analítica**, Tradução da 8ª Edição norte-americana, Editora Thomson, São Paulo-SP, 2006.

SOUZA FILHO, J. R. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; NUNES, A. O. Análise do índice atitudinal em relação ao conceito de ciências de professores de Química de Fortaleza – Ceará em formação continuada. In: SAMPAIO, C. G.; BARROSO, M. C. S.; ARIZA, L. G. A. A. (Orgs.). **Experiências em ensino de ciência e matemática na formação de professores da pós-graduação do IFCE**. 1ª ed. Fortaleza: EdUECE, 2021. p. 56-68.

SOUZA, B. C. de.; VALADARES, J. M. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v.28, e22002, p. 1-16, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wrqqtgjQtKWx5XvJhkxhYFn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 ago. 2025.

TAVARES, D. M. R. O pensamento científico nas Ciências Biológicas e a Alfabetização Científica na Escola de Ensino Médio. **Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, n. 17, p. 37-48, 1998. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103-68311998000100004&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 12 dez. 2024.

TERROSO, A. E. da S. N.; BRANDÃO, W. A. P. L. N. T. de M. **Alfabetização Científica: uma reflexão**. 1ª ed. Ponta Grossa: Aya editora, 2022. 57 p.

TIAN, Y.; YU, T.; SHEN, J.; ZHENG, G.; LI, H.; ZHAO, W. Cr release after Cr(III) and Cr(VI) enrichment from different layers of cast iron corrosion scales in drinking water distribution systems: the impact of ph, temperature, sulfate, and chloride. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 29, n. 13, p. 18778-18792, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-021-15754-w>.

VAL, A. L. *et al.* Amazonia: water resources and sustainability. **Waters Of Brazil**, p. 73-88, 2016. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-41372-3_6.

VIZZOTTO, P. A.; PINO, J. C. D. O uso do teste de Alfabetização Científica Básica no Brasil: uma revisão da literatura. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 22, e15846, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/CbPWVprgbZSPrzJnKZjVymm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 jan. 2025.

VOGEL, A. I. **Análise Química quantitativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for drinking-water quality**. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 6 jan. 2026.

XAVIER, M. V. S.; QUADROS, H. C.; SILVA, M. S. S. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. **Research, Society And Development**, v. 11, n. 1, p. e42511125118, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.25118>.

YIN, R. **Case study Research: design and methods**. 5 ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO INICIAL E FINAL: AVALIAÇÃO DAS
PERCEPÇÕES E HABILIDADES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA (ACT) DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Instruções: Caro participante, este questionário tem como objetivo avaliar as suas percepções e habilidades relacionadas à Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Por favor, leia atentamente cada afirmação e indique o quanto você concorda ou discorda, selecionando a opção que melhor representa sua opinião. Use a escala de abaixo, onde:

DT = Discordo totalmente: Você não concorda de forma alguma com a afirmação. Ela não reflete suas ideias ou experiências.

D = Discordo: Você não concorda com a afirmação, mas em menor intensidade. Ela pode refletir parcialmente o que você pensa, mas no geral, você não concorda.

N = Neutro: Você não tem uma opinião formada ou está incerto sobre a afirmação. A afirmação nem reflete totalmente o que você pensa, nem contradiz suas ideias.

C = Concordo: Você concorda com a afirmação, embora não seja completamente. A afirmação reflete o que você pensa de forma moderada.

CT = Concordo totalmente: Você concorda plenamente com a afirmação. Ela reflete exatamente o que você pensa ou experimenta.

1. Eu aplico o que aprendo em ciência, como informações sobre saúde, meio ambiente e sustentabilidade, para fazer escolhas mais conscientes e responsáveis no meu cotidiano. Isso inclui decidir quais produtos comprar, preferindo aqueles que causam menos impacto ambiental, economizar água e energia de maneira mais eficiente, dentre outras atitudes.

() DT () D () N () C () CT

2. Entendo que a sociedade orienta as pesquisas científicas e o desenvolvimento de tecnologias por meio de suas demandas, recursos financeiros e políticas públicas. Da mesma forma, a ciência e a tecnologia influenciam nossa vida, trazendo soluções para problemas e afetando a economia, o meio ambiente e a cultura.

() DT () D () N () C () CT

3. Eu sei que o financiamento, proveniente de impostos pagos pela sociedade e de investimentos de empresas privadas, é fundamental para decidir quais pesquisas científicas e tecnologias serão desenvolvidas. Esses recursos ajudam a direcionar os

avanços científicos para áreas de maior interesse ou necessidade, tanto para o bem público quanto para o mercado.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

4. Eu reconheço que a ciência e a tecnologia têm limites e nem sempre resolvem todos os problemas, mas entendo que elas ajudam a melhorar a vida das pessoas.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

5. Eu consigo entender os principais conceitos e teorias científicas e aplicá-los de forma prática em situações do cotidiano, como tomar decisões mais conscientes sobre saúde, meio ambiente ou tecnologia, baseadas em evidências científicas.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

6. Eu valorizo o conhecimento científico e a tecnologia porque eles me ajudam a pensar de forma mais crítica e me dão ideias para resolver problemas do dia a dia.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

7. Eu entendo que o conhecimento científico é construído por meio de pesquisas que seguem um processo rigoroso e dependem de teorias já estabelecidas.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

8. Eu sei identificar a diferença entre resultados que vêm de estudos científicos e opiniões pessoais e evito misturar os dois em discussões ou decisões.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

9. Eu reconheço que o conhecimento científico pode mudar ao longo do tempo conforme novas pesquisas são feitas e novas descobertas aparecem.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

10. Eu entendo como as tecnologias podem ser aplicadas para resolver problemas e melhorar a vida das pessoas, mas também sei que elas trazem desafios a serem considerados.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

11. Eu valorizo a importância das pesquisas e do desenvolvimento de novas tecnologias porque sei que elas são essenciais para resolver problemas e criar inovações.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

12. Minha formação científica me ajuda a ver o mundo de maneira mais interessante e a entender melhor como as coisas funcionam ao meu redor, tanto na natureza quanto na sociedade.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

13. Eu sei onde encontrar fontes confiáveis sobre temas científicos e tecnológicos quando preciso aprender mais ou tomar uma decisão importante.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

14. Eu compreendo como as ciências e as tecnologias foram desenvolvidas ao longo da história e como elas foram moldadas pela sociedade e pelos avanços científicos.

☐ DT ☐ D ☐ N ☐ C ☐ CT

APÊNDICE B – ROTEIRO DA AULA PRÁTICA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



ROTEIRO DE PRÁTICA

TÍTULO: Determinação de Cloretos e avaliação de Parâmetros Físico-Químicos em água potável.

PESQUISADORAS: Joyce de Sousa Filgueiras e Ana Karine Portela Vasconcelos.

IDs DA EQUIPE: _____

INSTRUÇÕES: BOAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO

- I- Leia atentamente o roteiro antes de iniciar a prática.
- II- Siga corretamente o roteiro de aula e não improvise, pois, improvisações podem ocasionar acidentes.
- III- Para realizar a prática deve-se utilizar: jaleco, sapato fechado, calça e os cabelos devem estar amarrados.
- IV- Não use relógios, pulseiras, anéis ou qualquer ornamento durante o trabalho no laboratório.
- V- Não retorne reagentes aos frascos originais, mesmo que não tenham sido usados. Evite circular com eles pelo laboratório.
- VI- Não use nenhum equipamento em que não tenha sido treinado ou autorizado a utilizar.
- VII- Não leve a mão à boca ou aos olhos quando estiver manuseando produtos químicos.
- VIII- Brincadeiras são absolutamente proibidas no laboratório.
- IX- Em caso de dúvidas sobre a prática, consultar o(os) responsável(eis) pela prática.
- X- Em caso de acidentes, mantenha a calma e chame o professor ou técnico responsável.

1. OBJETIVO GERAL

Determinar a concentração de íons cloreto em água potável por titulação com nitrato de prata e realizar medições complementares de pH, salinidade, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos (TDS) para avaliação da qualidade da água.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1 PARTE 1: Determinação de Cloretos em água potável pelo método Argentométrico

2.1.1 Reagentes e Soluções

- Solução Padrão de Nitrato de Prata (AgNO_3) 0,01mol/L
- Solução indicadora de Cromato de Potássio (K_2CrO_4) 5%

- Água destilada
- Amostra de Água potável do sistema de abastecimento

2.1.2 Materiais

- 2 Béqueres (100ml)
- 1 Bureta (50ml)
- 2 Pipetas Volumétricas (10ml)
- 1 Pipeta graduada de 1ml
- 3 Erlenmeyers de 125ml

2.1.3 Procedimento experimental

Será usado o método de Mohr (Argentométrico). Nesse método titulométrico, utiliza-se o Cromato de Potássio como indicador e nitrato de prata 0,01 mol/L previamente padronizado com Cloreto de sódio (NaCl) para titular. A solução no erlenmeyer ficará com a cor parecida com a de tijolo (levemente avermelhado) persistente.

- Medir 10 ml de amostra na pipeta volumétrica e pôr no erlenmeyer (Fazer em duplicata).
- Reservar um erlenmeyer com 10ml de água destilada para o branco;
- Adicionar 1ml do indicador em cada erlenmeyer já com a amostra e o branco;
- Titular a amostra com Nitrato de Prata (AgNO_3);
- Anotar os volumes gastos em cada titulação.

2.2 PARTE 2: Análise dos parâmetros Físico-Químicos com o multiparâmetro

Utilize o equipamento multiparâmetro para medir os seguintes parâmetros nas amostras de água analisadas:

pH	
Condutividade elétrica	
Salinidade	
Sólidos Totais Dissolvidos - TDS	

3. CÁLCULOS

Indique abaixo qual amostra foi analisada e, em seguida, realize os cálculos para expressar a concentração de íons cloreto (Cl^-) em mg/L. Compare o resultado obtido com o valor máximo permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece o limite de 250 mg/L de cloreto para água potável.

Amostra analisada: () Residência próxima à praia () Residência afastada da praia

Resultado obtido: _____ mg/L de Cl^-

Está conforme a legislação? () Sim () Não

APÊNDICE C – ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DAS PROPOSTAS DE SOLUÇÃO



ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA A PROBLEMÁTICA DA SALINIDADE DA ÁGUA

Objetivo: propor uma solução viável, contextualizada e fundamentada cientificamente para o problema da salinidade da água estudado e discutido, considerando aspectos sociais, ambientais, científicos e educacionais.

Dica de Estrutura da Proposta:

- **Título da proposta:** Um título claro e objetivo que represente a solução sugerida.
- **Descrição do problema (em suas palavras):** Uma breve síntese da situação enfrentada pela comunidade de Icapuí, com base nos textos e experimentos.
- **Solução proposta:** Apresente a solução pensada pelo grupo. O que poderia ser feito para resolver ou amenizar o problema? Explique detalhadamente.
- **Justificativa científica:** Explique, com base nos conceitos de Química, por que essa solução é válida e como ela pode funcionar. Lembre-se de referenciar segundo a ABNT.
- **Viabilidade e impactos esperados:** A proposta é viável? Quais recursos seriam necessários? Que benefícios ela traria para a comunidade?
- **Representação visual:** Apresente um esquema, desenho, imagem, rascunho de experimento ou protótipo que ajude a ilustrar a ideia.

Observação: As propostas deverão ser apresentadas em formato de slides, com duração de 15 a 20 minutos por grupo, durante o terceiro momento pedagógico.

ANEXO A – RELATO DE MORADORA SOBRE A SALINIDADE DA ÁGUA EM ICAPUÍ

RELATO DE UMA MORADORA DA COMUNIDADE DE IBICUITABA – ICAPUÍ-CE, BRASIL

Eu moro aqui na comunidade de Ibicuitaba, em Icapuí, e vou falar um pouco sobre a água que a gente tem recebido nas nossas casas. A água vem do SAAE, que é quem cuida do abastecimento aqui no município. Só que já faz um tempo que ela tá vindo com gosto salgado. Quando a gente vai tomar banho, o cabelo fica meio duro e ressecado. Se for fazer café, ele fica com gosto esquisito, meio salgado também. E quando a gente lava as panelas ou os copos, eles ficam manchados. Lavar carro com essa água também não dá muito certo, porque depois fica todo manchado.

Teve uma época, não faz muito tempo, que se a gente enchesse um balde e deixasse a água parada, dava pra ver um pozinho branco no fundo. Parecia sal mesmo, mas não posso afirmar que era. Não sou só eu que percebo isso, outras pessoas aqui da comunidade e de outros lugares de Icapuí também estão reclamando.

Uma vez eu vi no grupo de WhatsApp da comunidade, outra moradora dizendo que não tem condições de estar comprando água mineral sempre, e que acaba tendo que usar a água da torneira mesmo para beber e cozinhar. A gente não sabe o que tá acontecendo, só queria entender melhor e que fosse resolvido, porque todo mundo precisa de uma água boa pra usar em casa.

ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Utilização de uma Controvérsia Sociocientífica sobre salinidade da água na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores de Química

Pesquisador: JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 83532024.0.0000.5589

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO CEARA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.547.705

Apresentação do Projeto:

Resumo: Esta pesquisa, estruturada como um estudo de caso, objetiva analisar a eficácia da utilização de uma Controvérsias Sociocientíficas (CSC) na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) na formação inicial de professores de Química. O estudo será conduzido com licenciandos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Aracati, participantes do PIBID. A problemática escolhida como CSC central é a salinidade da água em Icapuí-CE, um fenômeno ambiental que impacta a população local e envolve conhecimentos químicos, sociais e tecnológicos. A metodologia adotada é mista, combinando análise qualitativa e quantitativa. A pesquisa será baseada na aplicação de uma Sequência Didática (SD) fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) de Delizoicov, Angotti e Pernambuco: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento. Para avaliar o impacto das intervenções na formação dos licenciandos, serão aplicados questionários antes e após a SD, além do registro das atividades realizadas ao longo da pesquisa. Espera-se que a implementação da SD possibilite o desenvolvimento das habilidades de ACT nos licenciandos, possibilitando-lhes a interpretar e discutir questões científicas e tecnológicas de forma crítica, a tomar decisões informadas e a integrar CSC em suas práticas pedagógicas. Além disso, pretende-se contribuir com a literatura acadêmica sobre ensino de Química, fornecendo evidências e estratégias didáticas que possam ser

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

CEP: 60.410-426

E-mail: cep@ifce.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



Continuação do Parecer: 7.547.705

inseridas na formação de professores e no ensino de ciências.

Metodologia Proposta: Este trabalho consiste em um estudo de caso que será desenvolvido com licenciandos em Química do IFCE - Campus Aracati, participantes do PIBID, e buscará avaliar a eficácia da utilização de uma controvérsia sociocientífica (CSC) na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). A pesquisa será aplicada em seis etapas, totalizando 15 horas, combinando abordagens teóricas e práticas dentro de uma Sequência Didática (SD) estruturada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco. Na primeira etapa, será realizada a apresentação do projeto ao coordenador do PIBID, seguida pelo planejamento das atividades e definição do cronograma. Na segunda etapa, o projeto será apresentado aos licenciandos, garantindo que compreendam os objetivos e assinem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A terceira etapa marca o início da Sequência Didática (SD) com a aplicação de um questionário inicial baseado na escala Likert para avaliar as percepções e habilidades dos licenciandos com relação a ACT. Em seguida, ocorrerá a leitura e discussão de textos sobre a CSC da salinidade da água em Icapuí-CE, incentivando os participantes a refletirem sobre as implicações científicas e sociais do tema. Na quarta etapa, serão ministradas aulas expositivas dialogadas, seguidas de uma atividade prática experimental, permitindo que os licenciandos explorem conceitos químicos relacionados. A quinta etapa envolverá a sistematização dos conhecimentos adquiridos, com os licenciandos elaborando um relatório crítico e propondo um projeto de intervenção, no qual deverão sugerir soluções ou estratégias para solucionar a problemática estudada. Por fim, na sexta etapa, será aplicado um questionário final, o mesmo que aplicado inicialmente, para verificar possíveis mudanças nas percepções e habilidades dos participantes após a SD. A análise dos dados seguirá uma abordagem mista. Os questionários iniciais e finais serão analisados quantitativamente, buscando identificar mudanças estatísticas nas respostas dos participantes. Já os relatos escritos, discussões e projetos de intervenção serão examinados qualitativamente, permitindo compreender como os licenciandos se apropriaram da CSC e da ACT ao longo da experiência.

Critérios de inclusão serão: estar regularmente matriculado no curso de Licenciatura em Química do IFCE - Campus Aracati; estar participando do PIBID; ter no mínimo 18 anos; e

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

Página 02 de 07

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



Continuação do Parecer: 7.547.705

demonstrar interesse em contribuir com a pesquisa.

Critérios de exclusão incluirão: licenciandos que não sejam alunos do curso investigado; alunos que não estejam participando do PIBID; alunos menores de 18 anos; e alunos que não demonstrem interesse em participar da pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar a eficácia da utilização de uma CSC na promoção da ACT durante a formação inicial de professores de Química, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Aracati.

Objetivo Secundário:

- Desenvolver e implementar uma Sequência Didática (SD) baseada em uma CSC, alinhada aos princípios da ACT, na formação inicial de professores de Química;
- Identificar as percepções e habilidades dos licenciandos em Química em relação a ACT, antes e depois da aplicação da SD;
- Discutir se houveram mudanças significativas nas habilidades dos licenciandos em relação à ACT após as intervenções.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Você não deve participar deste estudo se sentir desconforto ao responder alguma questão nos questionários, discordar das orientações propostas pelos pesquisadores, ou não se sentir à vontade para participar das atividades em sala ou laboratório. Esta pesquisa pode causar cansaço, ansiedade, medo, vergonha ou aborrecimento ao responder os questionários ou participar das atividades. Além disso, as atividades podem levar a alterações na autoestima, causadas pela reflexão sobre memórias ou pela conscientização de limitações físicas ou psicológicas. Caso algum desses desconfortos e riscos ocorram, o participante deve entrar em contato imediato com as pesquisadoras responsáveis para que as providências cabíveis sejam tomadas. Nós, pesquisadoras, nos responsabilizaremos e nos comprometemos a oferecer todo suporte necessário, como encaminhamentos para assistência psicológica, médica ou outro

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

Página 03 de 07

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



Continuação do Parecer: 7.547.705

tipo de atendimento especializado, conforme a necessidade. Para minimizar esses desconfortos e riscos, adotaremos uma série de medidas preventivas. Primeiramente, todos os participantes receberão orientações claras sobre o objetivo da pesquisa, garantindo que compreendam que o foco das atividades é promover uma reflexão crítica sobre controvérsias sociocientíficas, sem qualquer tipo de julgamento ou pressão pessoal. Durante os questionários e atividades, será enfatizado que não há respostas "certas" ou "erradas," e os participantes poderão responder de acordo com suas próprias percepções e experiências, o que reduzirá a possibilidade de ansiedade ou vergonha. Além disso, a participação será sempre voluntária, e os participantes poderão interromper sua participação em qualquer momento sem justificativa ou prejuízo. As aulas práticas em laboratório também envolvem riscos físicos, como irritações na pele, nos olhos ou nas vias respiratórias devido ao contato com reagentes químicos, além de riscos de acidentes, como queimaduras, cortes ou quedas. Para minimizar esses riscos, serão adotadas as seguintes providências e cautelas:

1. Instruções de Segurança: Antes de cada aula prática, os participantes receberão uma explicação detalhada sobre instruções de boas práticas no laboratório e sobre as normas de segurança do ambiente. Isso inclui orientações sobre o manuseio adequado dos reagentes e equipamentos, procedimentos de descarte correto de substâncias químicas e a identificação dos equipamentos de segurança, como chuveiros e extintores.
2. Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Todos os participantes serão obrigados a utilizar EPIs adequados, como jalecos, luvas, calça comprida, sapato fechado e cabelo preso, para garantir sua proteção durante as práticas laboratoriais. Nenhuma atividade será iniciada sem que essas exigências sejam cumpridas.
3. Supervisão Constante: As atividades em laboratório serão realizadas sob a supervisão constante dos pesquisadores e profissionais técnicos qualificados, que estarão presentes para orientar, corrigir e intervir em caso de procedimentos inadequados ou situações de risco.
4. Monitoramento dos Procedimentos: Durante as práticas laboratoriais, serão utilizados métodos que minimizam o contato direto com substâncias perigosas, e sempre que possível, será incentivado o uso de equipamentos automatizados para evitar a exposição direta dos participantes a riscos. Caso ocorra qualquer incidente ou desconforto durante as atividades, as providências serão discutidas imediatamente com os participantes, e a equipe de pesquisa se responsabilizará por oferecer todo o acompanhamento necessário, garantindo que os envolvidos recebam o tratamento adequado, seja médico, psicológico ou de outra natureza.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

Página 04 de 07

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



Continuação do Parecer: 7.547.705

Benefícios: Ao participar desta pesquisa, você poderá desenvolver ou aprimorar suas habilidades de reflexão crítica e pensamento científico, especialmente ao discutir questões que envolvem Ciência, Tecnologia e Sociedade, como as controvérsias sociocientíficas. Isso pode ajudar no seu crescimento como futuro professor e na compreensão do papel da ciência no cotidiano. Isso poderá tornar suas aulas mais envolventes e significativas para seus alunos no futuro. De forma mais ampla, sua participação pode contribuir para o avanço do ensino de Química, ajudando a encontrar novas maneiras de abordar temas importantes em sala de aula. Ao colaborar com essa pesquisa, você pode ajudar a formar professores mais preparados e capacitados para ensinar ciências de uma maneira mais conectada com a realidade e as necessidades dos alunos e da sociedade em geral. Esperamos também que os frutos dessa pesquisa, como artigos e publicações, possam subsidiar futuros trabalhos relacionados à utilização de controvérsias sociocientíficas no ensino de Química e em outras disciplinas. Esses resultados poderão servir de base para novas pesquisas acadêmicas e contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas, fortalecendo o ensino de ciências de forma mais crítica, reflexiva e contextualizada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Matemática, campus Fortaleza, do Instituto Federal do Ceará.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Constam os termos obrigatórios: Folha de rosto, Informações básicas do projeto, Orçamento, Cronograma, Declaração de compromisso de apresentação dos resultados, Declaração de garantia do regresso de benefícios da pesquisa, Termo de autorização e de existência de infraestrutura, Questionário e Termo de consentimento livre e esclarecido. Constam ainda os documentos: Roteiro de Aula Prática.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer consubstanciado de aprovação disponível na pasta (ou diretório) *¿Pareceres¿*.

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

Página 05 de 07

**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE**



Continuação do Parecer: 7.547.705

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_2526178_E1.pdf	29/03/2025 14:53:29		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	1_projeto_detalhado.pdf	29/03/2025 14:42:00	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Declaração de concordância	2_declaracao_compromisso.pdf	29/03/2025 14:41:40	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	3_declaracao_garantia_regresso.pdf	29/03/2025 14:39:49	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Orçamento	4_orcamento_.pdf	29/03/2025 14:39:14	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Cronograma	5_Cronograma_.pdf	29/03/2025 14:38:54	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_.pdf	29/03/2025 14:36:40	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	29/03/2025 14:35:48	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	8_OK_Projeto_detalhado_atualizado.pdf	15/10/2024 14:51:23	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	6_TCLE.pdf	15/10/2024 14:50:39	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Outros	10_ROTUIRO_AULA_PRATICA_APEN DICE_B.pdf	27/09/2024 00:53:54	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Outros	9_QUESTIONARIO_INICIAL_E_FINAL_ APENDICE_A.pdf	27/09/2024 00:53:30	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	7_Termo_de_autorizacao_e_declaracao_de_infraestrutura_IFCE_Aracati_assinado.pdf	27/09/2024 00:52:39	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Cronograma	5_Cronograma.pdf	27/09/2024 00:50:48	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Orçamento	4_Orcamento_assinado.pdf	27/09/2024 00:50:31	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	3_declaracao_de_garantia_de_regresso dos beneficios da pesquisa.pdf	27/09/2024 00:50:14	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	2_declaracao_de_compromisso_de_apresentacao dos resultados.pdf	27/09/2024 00:49:34	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito
Declaração de Pesquisadores	2_declaracao_de_compromisso_de_apresentacao dos resultados.pdf	27/09/2024 00:48:19	JOYCE DE SOUSA FILGUEIRAS	Aceito

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO CEARÁ -
IFCE



Continuação do Parecer: 7.547.705

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 06 de Maio de 2025

Assinado por:

Luiz Torres Raposo Neto
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br

Página 07 de 07

ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Utilização de uma Controvérsia Sociocientífica sobre salinidade da água na promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores de Química

Joyce de Sousa Filgueiras¹; Ana Karine Portela Vasconcelos²

¹Pesquisadora Responsável e orientanda; ²Orientadora

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 Química é uma ciência essencial para a formação de cidadãos críticos e informados, pois permite compreender processos fundamentais que afetam o cotidiano, como a composição de alimentos e os impactos ambientais de produtos químicos. No entanto, o ensino dessa disciplina muitas vezes se mostra distante da realidade dos alunos, o que resulta em dificuldades de compreensão e desinteresse.

Nesse contexto, a pesquisa propõe utilizar uma Controvérsias Sociocientíficas (CSC), especificamente relacionada à salinidade da água em Icapuí-CE, como uma estratégia pedagógica para promover a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) de futuros professores de Química. As CSC são questões que conectam a ciência à sociedade, promovendo debates críticos e reflexivos sobre temas relevantes para o cotidiano. Através dessa abordagem, espera-se que os licenciandos, participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID), desenvolvam habilidades de análise crítica, aplicáveis ao ensino de Química, e estejam mais preparados para abordar questões científicas e tecnológicas de forma contextualizada em sala de aula.

Dado o exposto, o presente trabalho objetiva analisar a eficácia da utilização de uma CSC na promoção da ACT durante a formação inicial de professores de Química no IFCE – *Campus* Aracati. Em síntese, justifica-se a relevância desta pesquisa pela necessidade de repensar o ensino de Química além das teorias, fórmulas e equações, possibilitando os futuros professores a promoverem uma educação mais significativa, crítica e contextualizada à realidade dos alunos, a partir da abordagem das CSC, que se apresenta como um recurso pedagógico promissor para enfrentar alguns desafios educacionais e para trabalhar a ACT no contexto educativo.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará

Objetivo Geral da Pesquisa:

Analisar a eficácia da utilização de uma CSC na promoção da ACT durante a formação inicial de professores de Química do IFCE – *Campus Aracati*.

Objetivos Específicos:

- Desenvolver e implementar uma Sequência Didática (SD) baseada em uma CSC, alinhada aos princípios da ACT, na formação inicial de professores de Química;
- Identificar as percepções e habilidades dos licenciandos em Química em relação a ACT, antes e depois da aplicação da SD;
- Discutir se houveram mudanças significativas nas habilidades dos licenciandos em relação à ACT após as intervenções.

Procedimentos:

Participando do estudo você está sendo convidado a:

- Responder a dois questionários impressos, compostos por 14 questões, um antes e outro após a implementação de uma Sequência Didática. Esses questionários avaliarão suas percepções e habilidades relacionadas à Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), segundo Fourez (1994).

- Participar de uma Sequência Didática composta por aulas teóricas e práticas, onde será abordada uma controvérsia sociocientífica relacionada à salinidade da água em Icapuí - CE. As atividades incluirão leitura, discussões, atividades práticas, escrita de relatório e elaboração e apresentação de projetos de intervenção.

- Ao final, compartilhar sua percepção sobre as atividades desenvolvidas.

Os resultados serão tratados estatisticamente de forma agregada pela pesquisadora e pela orientadora, e os respondentes não serão identificados, privilegiando o sigilo das informações. Ao fim da pesquisa, após a análise dos resultados, escrita e publicação de artigos, o material coletado será descartado, ficando de posse dos pesquisadores por um período máximo de 6 anos (72 meses), de forma protegida. Salienta-se que cada questionário terá duração estimada de 40 minutos, e que a pesquisa será aplicada no IFCE – *Campus Aracati* em 6 etapas, a saber: (1) Apresentação do projeto de pesquisa para o professor coordenador do PIBID e planejamento de aplicação da pesquisa; (2) Apresentação do projeto de pesquisa para o público-alvo e assinatura do TCLE.; (3) 1º momento da SD: Aplicação do Questionário Inicial (Apêndice A) e leitura e discussão de textos que abordem a CSC selecionada; (4) 2º momento da SD: Aula expositiva dialogada e aula prática; (5) 3º momento da SD: Breve discussão acerca dos resultados da aula prática e apresentação das propostas de intervenção; e (6) Aplicação de Questionário Final (Apêndice A). Por fim, salienta-se que as discussões e questionários não serão gravadas.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Desconfortos e riscos:

Você não deve participar deste estudo se sentir desconforto ao responder alguma questão nos questionários, discordar das orientações propostas pelos pesquisadores, ou não se sentir à vontade para participar das atividades em sala ou laboratório. Esta pesquisa pode causar cansaço, ansiedade, medo, vergonha ou aborrecimento ao responder os questionários ou participar das atividades. Além disso, pode levar a alterações na autoestima, causadas pela reflexão sobre memórias ou pela conscientização de limitações físicas ou psicológicas. Caso algum desses desconfortos e riscos ocorram, o participante deve entrar em contato imediato com as pesquisadoras responsáveis para que as providências cabíveis sejam tomadas. Nós, pesquisadoras, nos responsabilizaremos e nos comprometeremos a oferecer todo suporte necessário, como encaminhamentos para assistência psicológica, médica ou outro tipo de atendimento especializado, conforme a necessidade.

Para minimizar esses desconfortos e riscos, adotaremos uma série de medidas preventivas. Primeiramente, todos os participantes receberão orientações claras sobre o objetivo da pesquisa, garantindo que compreendam que o foco das atividades é promover uma reflexão crítica sobre controvérsias sociocientíficas, sem qualquer tipo de julgamento ou pressão pessoal. Durante os questionários e atividades, será enfatizado que não há respostas "certas" ou "erradas," e os participantes poderão responder de acordo com suas próprias percepções e experiências, o que reduzirá a possibilidade de ansiedade ou vergonha. Além disso, a participação será sempre voluntária, e os participantes poderão interromper sua participação em qualquer momento sem justificativa ou prejuízo.

As aulas práticas em laboratório também envolvem riscos físicos, como irritações na pele, nos olhos ou nas vias respiratórias devido ao contato com reagentes químicos, além de riscos de acidentes, como queimaduras, cortes ou quedas. Para minimizar esses riscos, serão adotadas as seguintes providências e cautelas:

1. Instruções de Segurança: Antes de cada aula prática, os participantes receberão uma explicação detalhada sobre instruções de boas práticas de laboratório e sobre as normas de segurança do ambiente. Isso inclui orientações sobre o manuseio adequado dos reagentes e equipamentos, procedimentos de descarte correto de substâncias químicas e a identificação dos equipamentos de segurança, como chuveiros e extintores.
2. Equipamentos de Proteção Individual (EPIs): Todos os participantes serão obrigados a utilizar EPIs adequados, como jalecos, luvas, calça comprida, sapato fechado e cabelo preso, para garantir sua proteção durante as práticas laboratoriais. Nenhuma atividade será iniciada sem que essas exigências sejam cumpridas.
3. Supervisão Constante: As atividades em laboratório serão realizadas sob a supervisão constante dos pesquisadores e profissionais técnicos qualificados, que estarão presentes para orientar, corrigir e intervir em caso de procedimentos inadequados ou situações de risco.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



4. Monitoramento dos Procedimentos: Durante as práticas laboratoriais, serão utilizados métodos que minimizem o contato direto com substâncias perigosas, e sempre que possível, será incentivado o uso de equipamentos automatizados para evitar a exposição direta dos participantes a riscos.

Caso ocorra qualquer incidente ou desconforto durante as atividades, as providências serão discutidas imediatamente com os participantes, e a equipe de pesquisa se responsabilizará por oferecer todo o acompanhamento necessário, garantindo que os envolvidos recebam o tratamento adequado, seja médico, psicológico ou de outra natureza. Algumas das ações práticas adicionais que serão empreendidas para evitar esses desconfortos e riscos são:

- Garantir o sigilo em relação a todas as respostas dadas pelos participantes durante a pesquisa, as quais serão utilizadas para fins científicos, sem identificá-los. Ou seja, eles não serão identificados ao responder os formulários ou participar de discussões.
- Garantir um ambiente que proporcione privacidade e segurança durante a coleta de dados, assim como também uma abordagem cautelosa ao indivíduo, considerando e respeitando seus valores, cultura e crenças, priorizando o acolhimento do aluno e a obtenção apenas das informações que dizem respeito à pesquisa.
- Esclarecer e informar a respeito do anonimato e da possibilidade de interromper o processo quando desejar, sem danos e prejuízos à pesquisa e ao participante.
- Assegurar a retirada do seu consentimento prévio, ou simplesmente interrupção do autopreenchimento das respostas e não enviar o formulário, caso desista de participar da pesquisa.
- Esclarecer aos participantes que a concordância ou não em participar da pesquisa em nada irá alterar sua condição e relação civil e social com a equipe de pesquisa e a Instituição de origem.
- Assegurar aos participantes, caso necessite, a assistência de profissionais, como, por exemplo, da área de Enfermagem, Fisioterapia, Psicologia, Nutrição, Terapia Ocupacional, dentre outros, pois as pesquisadoras devem prestar assistência integral, e não apenas em uma determinada área, e se responsabilizando pelos recursos financeiros da assistência.

Benefícios:

Ao participar desta pesquisa, você poderá desenvolver ou aprimorar suas habilidades de reflexão crítica e pensamento científico, especialmente ao discutir questões que envolvam Ciência, Tecnologia e Sociedade, como as controvérsias sociocientíficas. Isso poderá ajudar no seu crescimento como futuro(a) professor(a) e na compreensão do papel da ciência no cotidiano. Além disso, isso poderá tornar suas aulas mais envolventes e significativas para seus alunos no futuro. De forma mais ampla, sua participação pode contribuir para o avanço do ensino de Química, ajudando a encontrar novas maneiras de abordar temas importantes em sala de aula.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



**INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**
Ceará

Ao colaborar com essa pesquisa, você pode ajudar a formar professores mais preparados e capacitados para ensinar ciências de uma maneira mais conectada com a realidade e as necessidades dos alunos e da sociedade em geral.

Esperamos também que os frutos dessa pesquisa, como artigos e publicações, possam subsidiar futuros trabalhos relacionados à utilização de controvérsias sociocientíficas no ensino de Química e em outras disciplinas. Esses resultados poderão servir de base para novas pesquisas acadêmicas e contribuir para o aprimoramento das práticas pedagógicas, fortalecendo o ensino de ciências de forma mais crítica, reflexiva e contextualizada.

Acompanhamento e assistência:

Durante toda a pesquisa, os participantes terão acompanhamento contínuo por parte da equipe de pesquisadores. Estaremos disponíveis para oferecer orientações, esclarecer dúvidas e fornecer suporte ao longo de todas as etapas da pesquisa, especialmente durante as atividades teóricas e práticas. Caso sejam detectadas situações que demandem algum tipo de intervenção, como assistência pedagógica, psicológica, médica, ou outras, os participantes serão encaminhados para os profissionais competentes e receberão o apoio necessário. Durante as aulas práticas em laboratório, a equipe estará atenta a qualquer ocorrência que exija atendimento. Mesmo após o término da pesquisa, os participantes poderão entrar em contato com a equipe de pesquisadores caso necessitem de acompanhamento ou esclarecimentos adicionais. Nosso compromisso é garantir que todos os participantes tenham uma experiência segura e enriquecedora, prestando assistência quando necessário.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que 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. Qualquer questionário aplicado durante a pesquisa será mantido em posse do pesquisador responsável por um período máximo de 6 anos. Durante esse período, os dados serão armazenados em um dispositivo eletrônico local, com segurança e proteção contra acesso não autorizado. Para garantir a privacidade, uma vez concluída a coleta de dados, será feito o download de todo o material coletado, e os registros serão removidos de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem", minimizando assim a possibilidade de vazamento. Após o período de 6 anos, todos os dados serão devidamente descartados.

Ressarcimento e indenização:

Você terá direito ao ressarcimento das despesas diretamente decorrentes de sua participação na pesquisa e à indenização pelos danos resultantes desta, nos termos da Lei.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com as pesquisadoras Joyce de Sousa Filgueiras e Ana Karine Portela Vasconcelos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Fortaleza, que se localiza na Avenida treze de maio, 2081 – Benfica, 60040-531,

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Ceará

especificamente na coordenação do curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

E-mails para contato:
joyce.sousa.filgueiras07@aluno.ifce.edu.br
karine@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 no IFCE Reitoria - R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br

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 e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, 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. 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.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____



Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

Rubrica do pesquisador:_____

Rubrica do participante:_____

Página 7 de 7

ANEXO D – TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ (IFCE) – CAMPUS ARACATI

TERMO DE AUTORIZAÇÃO E EXISTÊNCIA DE INFRAESTRUTURA

Eu, Mário Wedney de Lima Moreira, Diretor Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Aracati*, autorizo a realização do projeto intitulado “Para além das fórmulas: utilização de controvérsias sociocientíficas sobre água salobra para promoção da Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores de Química” pelas pesquisadoras Joyce de Sousa Filgueiras e Ana Karine Portela Vasconcelos. O projeto incluirá a aplicação de questionários e a realização de aulas teóricas, bem como atividades práticas laboratoriais com os participantes (Licenciandos em Química). Todas as etapas da pesquisa serão iniciadas após a aprovação pelo Sistema CEP-CONEP.

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *Campus Aracati* está ciente de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, dispondo de infraestrutura necessária para desenvolvê-la em conformidade às diretrizes e normas éticas. Ademais, ratifico que não haverá quaisquer implicações negativas aos discentes que não desejarem ou desistirem de participar do projeto.

Declaro, outrossim, na condição de representante desta organização, conhecer e cumprir as orientações e determinações fixadas nas Resoluções nºs 466, de 12 de dezembro de 2012, e 510, de 07 de abril de 2016 e Norma Operacional nº 001/2013, pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), e disponíveis no Regimento Interno do Comitê de Ética em Pesquisa do IFCE.

Aracati-CE, 26 de setembro de 2024.



Documento assinado digitalmente
MÁRIO WEDNEY DE LIMA MOREIRA
Data: 26/09/2024 07:31:39-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mário Wedney de Lima Moreira
(Diretor Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
(IFCE) – *Campus Aracati*)