

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A. C. SIMÕES
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

JAILTON ALVES CARDOSO

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NO ENSINO DE QUÍMICA:
IMPACTOS DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO COM A TEMÁTICA BEBIDAS
ALCOÓLICAS NAS CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Maceió
2025

JAILTON ALVES CARDOSO

**CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NO ENSINO DE QUÍMICA:
IMPACTOS DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO COM A TEMÁTICA BEBIDAS
ALCOÓLICAS NAS CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação submetida à Banca Examinadora do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Monique Gabriella Angelo da Silva

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Eunice Ribeiro Marcondes

Maceió

2025

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB4 - 661

- C268c Cardoso, Jailton Alves.
 Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no ensino de química : impactos de uma sequência de ensino com a temática bebidas alcoólicas nas concepções de estudantes do ensino médio / Jailton Alves Cardoso. – 2025.
 127 f. : il.
- Orientadora: Monique Gabriella Angelo da Silva.
 Coorientadora: Maria Eunice Ribeiro Marcondes.
 Dissertação (mestrado Profissional em Química) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Maceió, 2025.
- Bibliografia: f. 119-126.
 Apêndices: f. 127.
1. Química – Estudo e ensino. 2. Abordagem CTSA. 3. Sequência de ensino. 4. Habilidades cognitivas. 5. Bebidas alcoólicas. I. Título.

CDU: 54:37.046.14

AGRADECIMENTOS

As professoras Monique Gabriella Angelo da Silva e Maria Eunice Ribeiro Marcondes que orientaram esta pesquisa. Obrigado por todas as orientações e contribuições, pelo carinho e atenção dispensados, pelos ensinamentos, incentivos e desafios. Vocês foram essenciais.

Especialmente, a Terezinha Iolanda Ayres Pereira, pelas contribuições a este trabalho, pela leitura crítica e sugestões, pelas ideias, carinho, sensibilidade, apoio, colo, atenção e estímulo, conjunto este, essencial ao desenvolvimento desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-graduação, Monique Angelo, Valeria Malta, Dimas Lima, Rafael Saraiva Nunes, Sônia Salgueiro Machado, Laura Cristiane, Andréa Fernandes, Maria Ester Barros, Cintya D'Angeles, Simoni Meneghetti, Eliemerson Sales, pelas contribuições diretas e indiretas com este trabalho.

Aos meus pais, pelo exemplo de vida, alicerce, honestidade e integridade, que sempre me instruíram a seguir no caminho correto, pelo esforço constante para proporcionar educação à sua prole. Gratidão!

Aos professores de Ciência da Natureza da escola em que a sequência de Ensino foi aplicada, Alex Mendes, Daniel Lima, Danilo Sipriano, Dulceane, Jaedson Ferro, Jadson Salgado, Leilane Souza, Rosa Oliveira, que avaliaram a sequência de ensino, por sua contribuição na melhoria da qualidade do material.

Aos colegas de trabalho e amigos, em especial a Vaniele Barros, Cleiton Almeida, Telma Gomes, Marcio José, Carla Juliana, Felipe Brito, Wanderley Silva, Cleiton Tenório, Júnior Pereira e Vicente Neto, e minha esposa, Eduarda, pela amizade, torcida e apoio no decorrer desta pesquisa; Neiklyson Antônio pelo compartilhamento das viagens semanais à UFAL.

E aqueles que deixei de citar, mas que de algum modo, contribuíram para que chegasse até aqui.

Muito obrigado!!

RESUMO

Este trabalho investigou os impactos de uma sequência de ensino com abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) sobre as concepções prévias de estudantes do Ensino Médio acerca do tema bebidas alcoólicas. A pesquisa busca compreender se a intervenção pedagógica promove mudanças nas visões dos estudantes, estimulando a reflexão crítica sobre o assunto. O objetivo foi identificar os possíveis impactos da abordagem CTSA nas concepções prévias dos estudantes sobre bebidas alcoólicas, analisando as ressignificações de visões e as manifestações de habilidades cognitivas decorrentes da aplicação de uma Sequência de Ensino (SE). A pesquisa foi realizada com cinco turmas do Ensino Médio. A SE, intitulada “O Custo de Uma Dose”, foi elaborada com base nas concepções prévias dos estudantes, levantadas por meio de um formulário Google, e nos elementos pedagógicos organizacionais, como seleção do tema, definição da questão-problema e a seleção de habilidades de pensamentos necessárias à sua resolução e das questões presentes nas aulas, elaboração de diagramas de conteúdo como a espinha CTSA e o quadrado de conteúdos CTSA, além do esquema metodológico de Aikenhead para o ensino CTS. A SE foi organizada considerando os três Momentos Pedagógicos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento, seguindo o modelo de unidade didática contextualizada. Antes da aplicação, a SE foi avaliada por professores da área de Ciências da Natureza para ajustes e aprimoramentos. As respostas dos estudantes à Situação-Problema foram analisadas e classificadas conforme as habilidades cognitivas mobilizadas, divididas entre LOCS (Habilidades Cognitivas de Baixa Ordem) e HOCS (Habilidades Cognitivas de Alta Ordem), nos níveis N1 a N5. Os educandos também responderam um questionário reflexivo-avaliativo com o objetivo de identificar suas visões após a aplicação da SE. Os resultados revelaram que, para alguns estudantes, houve fortalecimento das visões pré-existentes, sem alteração significativa após as aulas. Outros, mesmo mantendo suas visões, ampliaram sua compreensão do tema, passando a considerar aspectos antes ignorados, como impactos ambientais, benefícios e malefícios do consumo e produção de bebidas alcoólicas. Além disso, parte dos estudantes apresentou ressignificação de suas visões, adotando uma postura mais crítica em relação à temática. Nas análises, também se considerou os conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente manifestados pelos educandos na resolução da Situação Problema (SP) proposta e as perspectivas de contextualização alcançadas pelos grupos de estudantes. A abordagem CTSA, por meio da SE “O Custo de Uma Dose”, demonstrou potencial para promover reflexão e ampliar a compreensão crítica dos estudantes sobre o tema bebidas alcoólicas. Apesar de nem todos os estudantes terem alterado suas visões iniciais, a maioria apresentou algum nível de amadurecimento e reflexão, indicando que a proposta contribuiu para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a formação cidadã.

Palavras-chave: Concepções prévias; Abordagem CTSA; Sequência de ensino; Habilidades cognitivas; Bebidas alcoólicas.

ABSTRACT

This study investigated the impacts of a Teaching Sequence with the STSE (Science, Technology, Society and Environment) approach on high school students' prior conceptions about the topic of alcoholic beverages. The research seeks to understand whether the pedagogical intervention promotes changes in students' views, stimulating critical reflection on the subject. The objective was to identify the possible impacts of the STSE approach on students' prior conceptions about alcoholic beverages, analyzing the resignifications of views and the manifestations of cognitive skills resulting from the application of a Teaching Sequence (TS). The research was conducted with five high school classes. The TS, entitled "The Cost of a Dose", was developed based on the students' previous ideas, raised through a Google form, and on organizational pedagogical elements, such as topic selection, definition of the problem question (PQ) and the selection of thinking skills necessary for its resolution and the questions present in the classes, development of content diagrams such as the STS spine and the STSE content square and Aikenhead's methodological scheme for STS teaching. The TS was organized considering the three Pedagogical Moments: Initial Problematicization, Knowledge Organization and Knowledge Application, following the contextualized didactic unit model. Before application, the SE was evaluated by teachers from the area of Natural Sciences for adjustments and improvements. The students' responses to the Problem Situation were analyzed and classified according to the cognitive skills mobilized, divided into LOCS (Low-Order Cognitive Skills) and HOCS (High-Order Cognitive Skills), at levels N1 to N5. The students also answered a reflective-evaluative questionnaire with the aim of identifying their views after the application of the SE. The results revealed that, for some students, there was a strengthening of their pre-existing views, without significant changes after the classes. Others, while maintaining their views, expanded their understanding of the topic, starting to consider aspects that were previously ignored, such as environmental impacts, benefits and harms of the consumption and production of alcoholic beverages. In addition, some of the students presented a reinterpretation of their views, adopting a more critical stance in relation to the topic. The analyses also considered the knowledge of Science, Technology, Society and Environment expressed by the students in the resolution of the Problem Question (PQ) and the perspectives of contextualization achieved by the student groups. The STSE approach, through the SE "The Cost of a Dose", demonstrated the potential to promote reflection and expand the critical understanding of students on the topic of alcoholic beverages. Although not all students changed their initial views, the majority showed some level of maturity and reflection, indicating that the proposal contributed to the development of critical thinking and citizenship formation.

Keywords: Prior conceptions; STSE approach; Teaching sequence; Cognitive skills; Alcoholic beverages.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Modelo estrutural de uma unidade de ensino contextualizado	34
Figura 2	- Espinha e Quadrado CTSA	41
Figura 3	- Esquema metodológico de Aikenhead para o ensino CTS	42
Figura 4	- Espinha de conteúdos CTSA	68
Figura 5	- Quadrado de conteúdos CTSA	69
Figura 6	- Diagrama de Aikenhead para a sequência de ensino	70
Figura 7	- Quadrado CTSA com os conhecimentos mobilizados pelos estudante em resposta à Situação Problema	103
Figura 8	- Palestra com profissionais da saúde numa escola municipal	105
Figura 9	- Palestra com profissionais da saúde na escola com estudantes dos 1º e 2º anos do Ensino Médio	105
Figura 10	- Construção de panfletos educativos e posterior distribuição para a população	105
Figura 11	- Cartazes confeccionados para afixação em locais de venda de bebidas alcoólicas	106
Figura 12	- Elaboração de memes e vídeos para divulgação nas redes sociais	106

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Primeiros estímulos à experimentação do álcool	61
Gráfico 2	- Principais motivos influenciaram os estudantes ao consumo de álcool	61
Gráfico 3	- Concepções manifestadas sobre a ocorrência de Transformações Químicas durante a produção de etanol	64
Gráfico 4	- Relação entre o tempo de fala do professor e dos estudantes nas aulas	66
Gráfico 5	- Atividades realizadas pela turma	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Demanda cognitiva nas questões das aulas da SE	81
Tabela 2	- Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item i da Situação Problema	85
Tabela 3	- Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item ii da Situação Problema	87
Tabela 4	- Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item iii da Situação Problema	89
Tabela 5	- Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item iv da Situação Problema	91
Tabela 6	- Percentual de respostas LOCS e HOCS mobilizadas por turma	92
Tabela 7	- Comparativo entre respostas HOCS à Situação Problema e as ideias dos estudantes sobre o consumo das bebidas após aplicação da Sequência de Ensino	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Perspectivas de contextualização	27
Quadro 2	- Diferenças entre orientações tradicionais e CTSA	31
Quadro 3	- Critérios para rotular materiais como CTSA	36
Quadro 4	- Exigências cognitivas presentes em atividades propostas aos educandos	43
Quadro 5	- Habilidades de pensamento a serem desenvolvidas pelos estudantes	44
Quadro 6	- Relação entre o nível cognitivo das respostas dos alunos sugerida por Suart e Marcondes (2009) e as categorias de Zoller <i>et al.</i> , (2002)	45
Quadro 7	- Instrumentos de coleta de dados utilizados	47
Quadro 8	- Quantitativo de estudantes participantes da pesquisa	49
Quadro 9	- Instrumento para levantamento das experiências dos estudantes com as bebidas alcoólicas	55
Quadro 10	- Instrumento para identificação das ideias prévias dos estudantes	56
Quadro 11	- Principais ideias dos estudantes sobre drogas	62
Quadro 12	- Principais ideias dos estudantes sobre os processos químicos e tecnológicos na produção das bebidas	63
Quadro 13	- Avaliação por pares da Sequência de Ensino	73
Quadro 14	- Planejamento da Sequência de Ensino	76
Quadro 15	- Habilidades cognitivas mobilizadas pelos estudantes na resposta ao item iv da Situação Problema pelo grupo 02, da turma 3 ^a T05	83
Quadro 16	- Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item i da Situação Problema	95
Quadro 17	- Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item ii da Situação Problema	97
Quadro 18	- Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item iii da Situação Problema	99
Quadro 19	- Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item i da SP .	101
Quadro 20	- Ações executadas pelos estudantes	104

Quadro 21 - Visão dos estudantes sobre o consumo de bebidas alcoólicas após	110
aplicação da Sequência de Ensino	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1G	Primeira Geração
2G	Segunda Geração
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ALG	Algorítmica
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CTS	Ciência, Tecnologia, Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EAR	Elaboração, Avaliação e Reavaliação
ECA	Estatuto da Criança e do adolescente
EJA	Educação de Jovens e Adultos
HOCS	<i>Higher Order Cognitive Skills</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
LOCS	<i>Lower Order Cognitive Skills</i>
MP	Momentos Pedagógicos
pH	Potencial Hidrogeniônico
SD	Sequência Didática
SE	Sequência de Ensino
SP	Situação Problema
TQ	Transformação Química
TQs	Transformações Químicas
UFAL	Universidade Federal de Alagoas

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo Geral	20
2.1	Objetivos Específicos	20
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1	A Contextualização no Ensino de Química	21
3.1.1	Perspectivas de Contextualização no Ensino de Química	23
3.2	O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS	24
3.2.1	A Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no Ensino de Química	28
3.2.2	Sequência de Ensino na Abordagem CTSA	33
3.2.2.3	Avaliação da Sequência de Ensino	37
4	PERCURSO METODOLÓGICO	38
4.1	Caracterização do Projeto de Pesquisa	38
4.2	Lócus da Pesquisa	38
4.3	Elementos Pedagógicos Organizacionais Para Construção de Sequência de Ensino com Abordagem CTSA	39
4.3.1	A Escolha da Temática e Questão-problema	39
4.3.2	Diagramas de conteúdos CTSA	40
4.3.3	O Modelo Metodológico de Glen Aikenhead Para o Ensino CTS	41
4.3.4	Habilidades de Pensamento	42
4.4	Estratégias de Coleta e Análise de Dados	46
4.5	Implementação da Sequência de Ensino CTSA	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1	Escolha da temática e levantamento das concepções dos estudantes	54
5.2	Concepções prévias dos estudantes relacionadas à temática	59
5.3	Experiências dos Estudantes Relacionadas às Bebidas Alcoólicas	59
5.4	Percepções dos Estudantes Sobre Drogas, Consumo e Consequências	62
5.5	Transformações Químicas e Processos Químicos na Produção do Alcool	63
5.6	Aspectos CTSA Relacionados às Bebidas Alcoólicas	65
5.7	Construção da sequência de ensino	67
5.8	Avaliação por Pares da Sequência de Ensino	72
5.9	Habilidades de Pensamento Mobilizadas Pelos Estudantes nas Respostas à Situação Problema	82
5.9.1	Item i da Situação Problema	84
5.9.2	Item ii da Situação Problema	86
5.9.3	Item iii da Situação Problema	87

5.9.4	Item iv da Situação Problema	89
5.10	Comparativo de Habilidades Cognitivas LOCS e HOCS Mobilizadas Pelas Turmas em Resposta à Situação Problema	92
5.11	Conhecimentos relacionados à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente Mobilizados Pelos Educandos nas Respostas à Situação Problema	94
5.11.1	Item i da Situação Problema	94
5.11.2	Item ii da Situação Problema	97
5.11.3	Item iii da Situação Problema	99
5.11.4	Item iv da Situação Problema	100
5.12	Ações Desempenhadas Pelos Estudantes e Perspectivas de Contextualização	103
5.13	Avaliação da Sequência de Ensino Pelos Estudantes e os Impactos Sobre as Ideias Iniciais	108
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	116
	REFERÊNCIAS	119
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	127

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Química contextualizado por meio de temas socioambientais tem sido defendido e recomendado por pesquisadores há algumas décadas, pois pode possibilitar um estreitamento das relações entre o estudo de ciências apresentado nas escolas e os avanços científicos e tecnológicos que ocorrem no mundo atual, além de suas consequências para a sociedade e o meio ambiente, tornando o ensino mais próximo do dia a dia dos estudantes (Marcondes *et al.*, 2009; Paulain; Farias, 2021; Wharta; Silva; Bejarano, 2013). Diante disso, a escola pode utilizar essa abordagem de ensino para auxiliar no desenvolvimento de determinadas habilidades e do pensamento crítico dos estudantes, possibilitando sua participação, posicionamento e tomada de decisões responsáveis em prol da coletividade em discussões que envolvem questões científicas, tecnológicas e ambientais.

É crucial que durante a educação formal ocorra a exploração e contextualização dos conhecimentos científicos e questões socioambientais. Outrossim, o ensino de alguns conceitos relacionados à Química pode resultar em um efeito contraproducente, gerando dúvidas e falta de interesse entre os estudantes devido a fatores como a abstração inerente a estes conceitos, a falta de contextualização e ausência de problematização relacionada a questões de ordem social ou ambiental (Vaciloto; Paulino; Marcondes, 2019).

A contextualização nas aulas de Química pode contribuir para a formação de estudantes bem informados e capazes de atuar no mundo físico e social por meio do desenvolvimento de uma visão crítica, permitindo que tomem decisões fundamentadas em conhecimentos científicos e, assim, desenvolvam sua cidadania (Marcondes *et al.*, 2007). Os autores afirmam que esse entendimento sobre contextualização é uma característica marcante de muitos trabalhos com orientações em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Marcondes, 2007). Essa abordagem não apenas propõe o desenvolvimento do senso crítico dos estudantes, mas também busca a formação de cidadãos responsáveis, alfabetizados científica e tecnologicamente, capazes de participar ativamente e de forma democrática na sociedade (Vaciloto; Pereira; Akahoshi; Marcondes, 2019).

Para Fonseca e Lindemann (2021) é importante considerar que abordar questões de interesse dos discentes não é o mesmo que trabalhar questões do

contexto. Desse modo, nem sempre temáticas socioambientais presentes na localidade dos educandos são necessariamente de seu interesse. Não defende-se aqui a ideia de que o ensino deve ser baseado unicamente nos anseios dos estudantes, pois algumas temáticas que podem não ser de interesse deles como tratamento de esgoto, produção de metais, agrotóxicos ou uso dos plásticos são pertinentes ao ensino.

O material planejado, pelo professor, pode acabar despertando o interesse dos educandos pelas temáticas que consideram menos interessante, além de proporcionar uma visão de mundo mais ampla. Nesse sentido, espera-se que uma Sequência de Ensino (SE) baseada na abordagem CTSA, partindo das concepções dos estudantes, desperte o interesse deles e promova a cidadania, ao tratar de questões socioambientais e incentivar ações voltadas à conscientização e à transformação da realidade social (Akahoshi *et al.*, 2018).

Leão e Kalhil (2015) sugerem que as ideias prévias apresentadas pelos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem. Assim, na sala de aula, o ensino pode se apoiar nos conhecimentos e concepções que os estudantes já possuem para desenvolver o tema em estudo. Com base nesse pressuposto, este trabalho se iniciou a partir das concepções prévias dos estudantes sobre a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente na temática “bebidas alcoólicas”, expressas por alunos do Ensino Médio de uma escola da rede estadual de ensino localizada no Agreste Meridional de Pernambuco.

A escolha da temática abordada por meio da abordagem CTSA pode ser justificada pela relevância de um ensino que ultrapasse a transmissão de conceitos, o que pode favorecer uma aprendizagem mais eficaz e reflexiva. O consumo de bebidas contendo álcool está ligado a diversas circunstâncias que impactam diretamente a vida dos cidadãos. Assim, é essencial que os estudantes possam avaliar suas consequências de maneira consciente e fundamentada em conceitos científicos estudados em sala de aula. Além disso, os desafios ambientais e sociais relacionados diretamente à produção e ao consumo de álcool exigem soluções que envolvem perspectivas interdisciplinares.

O tema em questão foi escolhido pelos próprios estudantes. Neste trabalho, apresenta-se também, o desenvolvimento de uma sequência de ensino com abordagem CTSA, construída a partir das ideias manifestadas pelos educandos sobre o tema socioambiental escolhido. Essa sequência foi elaborada com base em

elementos pedagógicos organizacionais propostos por Marcondes *et al.* (2023) para a estruturação de sequências de ensino na abordagem CTSA.

Esta pesquisa busca responder à seguinte questão-problema: as aulas de química com a abordagem CTSA, no Ensino Médio, podem contribuir para a compreensão, intervenção e resolução de problemas sociais ou ambientais presentes na localidade dos estudantes?

O referencial teórico apresenta o ensino de Química contextualizado e a abordagem CTSA, e fundamenta-se em autores como Aikenhead (2005), Akahoshi (2012), Marcondes *et al.* (2023) e Vaciloto *et al.* (2019), que exploram, em suas pesquisas, como as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente contribuem para o Ensino de Química que visa a formação de cidadãos críticos e reflexivos capazes de tomar decisões informadas e responsáveis. A metodologia apresenta os procedimentos adotados para o levantamento das concepções prévias dos estudantes, etapa fundamental à construção da Sequência de Ensino, fundamentada nos Momentos Pedagógicos de Delizoicov *et al.* (2002), nos elementos pedagógicos organizacionais para construção de sequências de ensino com abordagem CTSA de Marcondes *et al.* (2023), nas demandas cognitivas das questões propostas aos estudantes e no desenvolvimento de habilidades de pensamentos de Suart e Marcondes (2009) e, além da estruturação de unidades didáticas contextualizadas proposta por Pitombo e Marcondes (2001).

Na seção de resultados e discussão, as respostas dos estudantes à Situação-problema foram analisadas a partir das categorias de habilidades cognitivas propostas por Zoller *et al.* (2002) e nos níveis sugeridos por Suart e Marcondes (2009), permitindo avaliar o impacto da abordagem CTSA na mobilização de habilidades de pensamento pelos estudantes.

Dessa forma, a investigação pretende evidenciar como a abordagem CTSA, aliada à consideração das concepções iniciais dos estudantes para a construção de uma sequência de ensino contextualizada, pode potencializar o ensino de Química ao promover aprendizagens mais aprofundadas e o desenvolvimento de habilidades cognitivas de diferentes níveis. Abordando em sala de aula uma temática de relevância social e ambiental, bastante presente na sociedade, como as bebidas alcoólicas, pretende-se ampliar a compreensão científica dos estudantes, além de também estimular a reflexão crítica e a tomada de decisões fundamentadas, contribuindo para a formação de cidadãos ativos, responsáveis e conscientes de seu

papel na transformação da sociedade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar como a abordagem CTSA, por meio da elaboração e aplicação de uma sequência de ensino sobre a temática “bebidas alcoólicas”, pode contribuir para a mobilização de habilidades cognitivas, a compreensão crítica de questões socioambientais e a ressignificação da visão dos estudantes do Ensino Médio sobre a temática.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar e analisar as concepções prévias dos estudantes do Ensino Médio sobre a temática “bebidas alcoólicas”, considerando suas percepções científicas, tecnológicas, sociais e ambientais.
- Construir, aplicar e avaliar uma sequência de ensino baseada na abordagem CTSA, fundamentada nas ideias manifestadas pelos estudantes e nos elementos pedagógicos organizacionais.
- Investigar como a abordagem CTSA contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem na análise de questões socioambientais.
- Avaliar os impactos das aulas na visão dos estudantes sobre o consumo de bebidas alcoólicas após a aplicação da sequência de ensino, verificando possíveis evoluções na compreensão do tema.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico deste trabalho fez uso de aspectos cruciais à compreensão e aplicação da abordagem CTSA no Ensino de Química. Inicialmente, discutiu-se o Ensino de Química Contextualizado, tendo como base autores como Marcondes et al. (2007) e Akahoshi (2012), ressaltando a importância de relacionar os conteúdos científicos estudados em sala de aula às realidades sociais e ambientais dos estudantes. Em seguida, explorou-se o Movimento CTS na Educação, baseado em Aikenhead (2005), Auler e Bazzo (2001), destacando como essa perspectiva contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da cidadania dos educandos. Outro ponto relevante foi a Construção de Sequências de Ensino na Abordagem CTSA, fundamentada nos pressupostos de Delizoicov *et al.* (2002) e Pitombo e Marcondes (2001), justificando o uso de estratégias pedagógicas que favorecem a problematização e a participação ativa dos estudantes como fatores que favorecem a aprendizagem dos estudantes.

3.1 A Contextualização no Ensino de Química

O Ensino de Química contextualizado para estudantes do Ensino Médio tem sido abordado em diversos materiais de ensino, documentos oficiais, além de trabalhos científicos, sob diversas vertentes como o Ensino por Temas Geradores, Movimento Ciência - Tecnologia - Sociedade - Ambiente, CTSA, e o Movimento Alfabetização Científica e Tecnológica, ACT, (Akahoshi, 2012; Palmieri *et al.*, 2017; Siemsen; Lorenzetti, 2019; Souza; Marcondes, 2013). O ensino, por meio de tais vertentes, vem sendo apontado em diversos trabalhos como potencial promotor de uma educação que possibilite uma aproximação mundo-escola e mundo-vida dos educandos e defendido por pesquisadores há algum tempo (Halmenschlager; Delizoicov, 2017, Klein *et al.*, 2021; Magoga; Muenchen, 2020; Ribeiro *et al.*, 2021).

Essa aproximação entre o mundo escolar e o mundo vivido pelos estudantes ganha ainda mais força quando os conhecimentos químicos são abordados a partir de temáticas socioambientais ou questões sociocientíficas, o que favorece a abordagem contextualizada dos conceitos químicos no ensino, contribuindo para a formação de atitudes, de valores sustentáveis, além do desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e de pensamento crítico, necessários para que os educandos possam opinar e formar juízo de valor e, também, participar dos

processos que demandam tomada de decisões responsáveis em temas que impactam a sociedade e a sustentabilidade do planeta, por meio das relações entre a realidade dos estudantes e os conteúdos vivenciados em sala de aula (Marcondes *et al.*, 2023).

Para Wartha e Alário (2005), contextualizar significa proporcionar ao estudante uma compreensão de como o conhecimento se conecta com o mundo ao seu redor, encontrando relevância para aquilo que está aprendendo. É uma maneira de fazer com que o estudante veja como aplicar esse conhecimento para interpretar e compreender os acontecimentos e as tendências do cotidiano.

Dessa forma, é possível que o professor, junto com os alunos, identifique situações-problema que podem ser exploradas nas aulas. “Essas situações podem emergir das complexidades e contradições dos temas estudados, apresentando-se como desafios que levam a uma compreensão mais profunda e ampliada, diferente daquela visão inicial, mais básica, da qual partem” (Delizoicov; *et al.*, 2002, p. 193). Essa visão de contextualização é corroborada por Silva *et al.* (2007), ao afirmarem que o conhecimento da realidade pelo estudante, a capacidade de fazer julgamentos e a possibilidade de ações interventivas na realidade devem ser consideradas.

Marcondes *et al.*, (2007) apontam que a contextualização no Ensino de Química pode ocorrer sob duas perspectivas, na primeira, como uma estratégia metodológica para o desenvolvimento de conceitos científicos, que realiza descrições de fenômenos presentes na vida dos estudantes, utilizando o cotidiano como motor para o ensino do conhecimento científico. Para Souza e Marcondes (2013) essa é a visão de contextualização de grande parte dos docentes.

Na segunda perspectiva, a contextualização pode ser utilizada como ferramenta para ensinar ciência, tecnologia, cultura, economia, etc., possibilitando a formação de um estudante munido de conhecimento e capaz de atuar no mundo físico-social por meio de uma visão de mundo mais crítica, o que pode possibilitar aos estudantes a tomada de decisões respaldadas no conhecimento científico. Este processo, para Maestrelli e Lorenzetti (2017, p. 7) “*envolve situações do dia a dia, nas quais as pessoas deparam-se com acontecimentos e necessitam considerar não só os aspectos práticos e econômicos, mas também os sociais, ambientais e éticos*” contribuindo para o desenvolvimento da cidadania nos entes envolvidos (Marcondes *et al.*, 2007; Santos e Mortimer, 2001). “Este entendimento sobre contextualização é característica marcante de muitos trabalhos com orientações CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade” (Marcondes *et al.*, 2007, p.24).

No planejamento de aulas contextualizadas por meio de problemas ou temas é possível assumir o encaminhamento pedagógico apresentado por Delizoicov *et al.* (2002), e defendido por diversos pesquisadores (Dias, 2016; Giacomini; Muenchen, 2015; Klein; Pereira; Muenchen, 2021; Muenchen, 2010; Souza; Valadares, 2022). Delizoicov *et al.* (2002), estrutura a ação docente estabelecendo os Momentos Pedagógicos (MP) e indica para essa dinâmica a organização em três momentos: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

- **Problematização inicial:** Neste primeiro momento, o professor desafia os estudantes a expressarem suas ideias e concepções sobre o tema ou problema a ser estudado, de modo que suas percepções iniciais sirvam de ponto de partida para o debate. O objetivo é compreender o que os educandos já sabem sobre o tema, e as situações propostas devem ser reais e vivenciadas pelos estudantes. Esse momento permite ao professor entender as posições dos alunos, questioná-las, expô-las a dúvidas e fomentar explicações contraditórias, buscando identificar lacunas e limitações no conhecimento dos estudantes.
- **Organização do conhecimento:** No segundo momento pedagógico, o professor seleciona e organiza os conhecimentos necessários para a compreensão do tema ou problema abordado. O objetivo não é tratar o conteúdo de forma isolada, mas utilizá-lo como ferramenta para resolver questões reais e promover uma aprendizagem mais aplicável ao mundo fora da sala de aula.
- **Aplicação do conhecimento:** O terceiro momento pedagógico envolve a aplicação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a organização do conhecimento para analisar e interpretar as questões e situações propostas inicialmente. O objetivo deste momento vai além de simplesmente aplicar conhecimentos em problemas mecânicos; visa formar os alunos para que eles articulem constantemente a conceituação científica com situações reais.

3.1.1 Perspectivas de Contextualização no Ensino de Química

No campo do Ensino de Química Contextualizado, Akahoshi (2012) aponta cinco perspectivas distintas de contextualização dos conhecimentos químicos,

classificadas em ordem crescente de complexidade: exemplificação de conceitos, descrição científica de fatos e processos, problematização da realidade social, compreensão da realidade social e transformação da realidade social.

- **Exemplificação de conceitos:** Esta perspectiva envolve a apresentação de exemplos de situações cotidianas que se relacionam com o conteúdo químico abordado. O uso de exemplos práticos pelo professor contribui para que os estudantes reconheçam a presença da Química em situações do seu cotidiano. Isso torna os conceitos e conteúdos mais acessíveis e compreensíveis. Por exemplo, ao tratar das mudanças de estado de agregação da matéria como a evaporação e condensação, pode-se exemplificá-las pelo ciclo da água na natureza; ou ao abordar a ebulição, pode-se relacionar o conceito à preparação de alimentos, explicando como o aumento de temperatura provoca mudanças de fase nas substâncias. A preparação de café, por exemplo, pode ilustrar processos de filtração e extração em uma aula sobre separação de misturas.
- **(ii) Descrição científica de fatos e processos:** Nesta perspectiva, conecta-se diretamente o conteúdo de Química a fenômenos cotidianos, incorporando processos químicos, tecnológicos e industriais. Isso proporciona uma compreensão mais profunda dos fenômenos observados. Exemplos incluem a análise de componentes e funcionamento de uma pilha em uma aula de Eletroquímica, o estudo do tratamento de água em uma estação durante uma aula sobre separação de misturas ou a produção de álcool em uma aula sobre funções orgânicas. Tal abordagem pode ampliar a visão dos estudantes sobre a presença da Química no mundo.
- **(iii) problematização da realidade social:** Nessa abordagem, promove-se um debate sobre questões sociais, tecnológicas e ambientais, porém sem um aprofundamento científico significativo. O foco é despertar discussões iniciais sobre como a Química impacta a sociedade. Por exemplo, pode-se discutir os impactos do uso de agrotóxicos, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente, fazendo uma breve menção à toxicidade de alguns compostos. Embora importante para promover a reflexão, essa perspectiva não é suficiente para uma compreensão mais profunda do conteúdo químico.

- **(iv) compreensão da realidade social:** Aqui, há uma integração entre o conhecimento científico, tecnológico, social e ambiental, com o objetivo de enfrentar problemas e posicionar os estudantes de maneira crítica frente às questões propostas. Os conteúdos são abordados de forma a se estabelecerem relações mútuas entre a ciência e a tecnologia e suas relações com problemas sociais e ambientais. Exemplificando, pode-se estudar os processos químicos e tecnológicos usados no tratamento de esgoto, detalhando as reações químicas envolvidas na remoção de contaminantes, além de discutir os impactos sociais e ambientais do tratamento inadequado de águas residuais. Esta perspectiva permite aos alunos analisar criticamente as implicações sociais e ambientais desses processos.
- **(v) transformação da realidade social:** Nesse nível de contextualização, os alunos são incentivados a não apenas discutir problemas sociais e ambientais, mas também a intervir buscando transformar a realidade. Os conteúdos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente são selecionados conforme as questões sociais ou ambientais em estudo. Por exemplo, após estudar o impacto do descarte inadequado de pilhas e baterias, os alunos podem organizar campanhas de conscientização sobre a importância de sua reciclagem, envolvendo a comunidade local. Essa abordagem incentiva o protagonismo dos alunos e a aplicação do conhecimento científico na resolução de problemas presentes na localidade do estudante.

Dentre essas perspectivas de contextualização, Pereira *et al.* (2023) defendem que as duas últimas estão mais alinhadas com a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Para esses autores, o ensino de Química deve buscar tanto a compreensão da realidade social quanto a transformação dela, estimulando a reflexão crítica e o posicionamento dos alunos frente aos problemas sociais ou ambientais.

Esse tipo de abordagem no ensino instiga o protagonismo dos educandos, promovendo um estudo direcionado ao entendimento amplo de temas ou problemas sociais ou ambientais, possibilitando possíveis intervenções sociais por parte dos discentes. Os estudantes são incentivados a se posicionar e intervir diretamente na realidade problematizada, buscando transformá-la de modo consciente e socialmente responsável com embasamento no conhecimento científico abordado em sala de aula.

Por exemplo, posteriormente ao estudo da composição química e impactos do descarte inadequado de lixo eletrônico, os estudantes podem organizar campanhas de recolhimento e destinação adequada desses dispositivos. Podem promover oficinas e palestras visando o convite à tomada de consciência da população sobre o processo de reciclagem e a importância de evitar a contaminação ambiental, envolvendo a comunidade em tais ações.

O ensino de Química pode transcender, nesta perspectiva, a sala de aula e promover ações que transformem a realidade social dos estudantes e suas comunidades. A aplicação prática dos conhecimentos científicos pode permitir que os estudantes atuem na resolução de problemas locais.

Ayres-Pereira *et al.* (2023) investigaram ideias de contextualização manifestadas por professores de Química, e construíram quatro novas perspectivas de contextualização às apontadas por Akahoshi (2012), para as autoras, antes de transformar a realidade social, os professores têm ideias sobre contextualização que se aproximam dessa transformação e propõem ações, pré-transformação da realidade social. No entanto, faltam elementos para alcançar toda a complexidade dessa categoria. Na pré-compreensão da realidade social, as ideias dos professores sobre contextualização se aproximam da compreensão da realidade social (Quadro 1).

As autoras também acrescentam, a *aproximação da química com o cotidiano*, nessa perspectiva, contextualizar significa reduzir a distância entre o conhecimento científico e o dia a dia do aluno, simplificando a linguagem, os significados e os experimentos. Esta perspectiva promove uma visão de mundo baseada em conhecimentos químicos, buscando que o estudante entenda e dê significado ao cotidiano através da Química. No entanto, não estimula o posicionamento crítico do estudante nem a argumentação; as discussões visam apenas que o aluno compreenda o cotidiano usando o conhecimento químico, sem partir de um problema social ou ambiental.

Outra perspectiva acrescentada é a *inserção do cotidiano na Química*, que envolve o uso das experiências diárias dos alunos para ensinar conceitos químicos. Embora isso facilite a aprendizagem, também não incentiva uma abordagem crítica ou a resolução de problemas sociais ou ambientais. Portanto, ao considerar as perspectivas de Akahoshi (2012) e as contribuições de Ayres-Pereira *et al.* (2023) podemos ver uma ampliação e profundidade na forma de contextualizar o ensino de Química, com foco não apenas na compreensão das inter-relações CTSA, mas

também no desempenho de ações transformadoras, desempenhadas pelos estudantes, da realidade problematizada.

Quadro 1. Perspectivas de contextualização

Perspectivas de contextualização	Característica
Exemplificação	Foco no conhecimento científico
Descrição científica de fatos e processos	
Inserção do cotidiano na Química	
Aproximação da Química com o cotidiano	Foco na relação entre o contexto e o conhecimento científico
Pré-compreensão da realidade social	
Compreensão da realidade social	Abordagem crítico-reflexiva com foco na formação cidadã
Pré-transformação da realidade social	
Transformação da realidade social	

Fonte: Ayres-Pereira *et al.* (2023)

Neste trabalho, consideramos as perspectivas de contextualização propostas por Akahoshi (2012), que se relacionam diretamente com o ensino de Química, e as acrescentadas por Ayres-Pereira *et al.* (2023). A integração de tais perspectivas de contextualização no Ensino de Química pode enriquecer a pesquisa, permitindo uma análise mais completa e detalhada dos dados obtidos.

3.2 O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS

A abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino é parte de um movimento que surgiu em resposta à crescente produção científica e tecnológica, que, embora tenha trazido inúmeros avanços à sociedade, também gerou questionamentos, especialmente após as duas grandes guerras mundiais. O desenvolvimento de armamentos e a participação de cientistas na criação das bombas atômicas, lançadas pelos Estados Unidos e devastadoras para as cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, trouxeram à tona os efeitos negativos da ciência. Diante disso, o mundo se viu horrorizado com o que a ciência é capaz produzir (Auler; Bazzo, 2001; Cerezo, 1996; Santos; Mortimer, 2000) e, como consequência, “esses fatores, dentre outros, fizeram com que a ciência e a tecnologia se tornassem alvo de um olhar mais crítico.” (Auler; Bazzo, 2001, p. 01).

Como apontam Auler e Bazzo (2001, p. 01), “a partir de meados do século XX, cresceu o sentimento de que o desenvolvimento científico e tecnológico não

estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social”. Assim, esse desenvolvimento não necessariamente se refletiu em desenvolvimento humano, pois apesar de todo o conhecimento estruturado, técnicas e recursos controlados pelo homem, a humanidade ainda possui, mesmo atualmente, necessidades básicas a serem atendidas.

Nesse sentido, Cerezo *et al.* (1996), Aikenhead (2005) e Santos e Mortimer (2001) apontam vários aspectos associados à origem do movimento CTS: a problematização do modelo positivista; à problematização da suposta neutralidade da Ciência-Tecnologia; a preocupação com a degradação ambiental, assim como a busca de uma cultura de participação em processos decisórios envolvendo ciência e tecnologia, a demanda pela interdisciplinaridade na educação científica e a necessidade de educação política para a ação. O movimento CTS, para os autores, é uma resposta às causas sociais sobre os problemas decorrentes da ciência e tecnologia. Também, tal movimento surge em contraposição à visão salvacionista da ciência, em que mais desenvolvimento da ciência resulta em mais progresso social.

Esse movimento propõe uma reflexão crítica sobre as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, assim como, uma participação ativa e responsável dos cidadãos em tomadas de decisões que envolvam as atividades científicas e tecnológicas. Assim, “torna-se cada vez mais necessário que a população possa, além de ter acesso às informações sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio onde vive” (Pinheiro *et al.*, 2007, p.72).

3.2.1 A Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no Ensino de Química

Na educação, a perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) emerge na década de 1970 como uma proposta curricular, promovendo discussões mais amplas sobre a natureza e as implicações socioambientais do conhecimento científico (Pinheiro *et al.*, 2007; Aikenhead, 2005). Para Santos e Mortimer (2001), o ensino com enfoque CTSA nas aulas de ciências no Ensino Médio visa, principalmente, a promoção da educação científica e tecnológica dos cidadãos, a construção de habilidades e valores que os capacitem a tomar decisões

responsáveis, informadas e fundamentadas na ciência e da tecnologia, além da contribuição para a resolução de problemas que envolvem tais aspectos, por meio de uma postura crítica e reflexiva.

Para Díaz (1996), a abordagem CTS é uma proposta educacional que busca formar valores e fomentar a participação cidadã em relação às implicações da Ciência e Tecnologia na sociedade. Segundo Fernandes *et al.* (2018) e Díaz (2001), o ensino com essa abordagem é um potente promotor do desenvolvimento do pensamento crítico, da indagação e da argumentação científica. Além disso, pode contribuir para o aprimoramento da capacidade de resolução de problemas, tanto de natureza pessoal quanto coletiva, estimulando o raciocínio dos educandos. Para os autores, essa abordagem proporciona um ensino contextualizado, formando indivíduos capazes de agir e interagir de maneira eficaz em seu meio, além de favorecer a tomada de decisões conscientes. Assim, a abordagem CTS contribui para a formação de sujeitos aptos a compreender os desafios sociais da Ciência, bem como as interações recíprocas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, por meio da avaliação dos impactos positivos ou negativos da Ciência e Tecnologia nos contextos pessoais e sociais.

Mais recentemente, a questão ambiental foi acrescida à tríade CTS devido à relevante necessidade de discussões e preocupações inerentes à educação ambiental (Fernandes *et al.*, 2018; Siqueira *et al.*, 2021, Souza; Marcondes, 2013), com a qual concorda-se, portanto adota-se, e doravante, neste trabalho, escreve-se CTSA. Ao destacar a importância das questões ambientais, a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) propicia uma visão mais ampla e conectada da Ciência. Para Santos (2007, p. 2):

O objetivo principal dos currículos CTS é o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Já o objetivo central do movimento CTSA acrescenta aos propósitos de CTS a ênfase em questões ambientais, visando a promoção da educação ambiental.

O ensino nesta abordagem nos ajuda a entender como esses elementos, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, estão interligados, oferecendo uma perspectiva mais completa sobre o papel da ciência no nosso cotidiano e do emergente cuidado com o meio ambiente. Para Fernandes *et al.* (2018, p. 877):

Esta forma de ensinar Ciências requer a compreensão, tanto *da Ciência*, na

qual se incluem os tradicionais conhecimentos sobre os conteúdos científicos, assim como sobre os princípios e os processos da Ciência, como a compreensão *sobre a Ciência*, ou seja, como se constrói, como funciona e como se relaciona com a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente, bem como se validam e se aplicam os seus conhecimentos na compreensão do mundo atual.

Ensinar Ciências pela abordagem CTSA envolve compreender a interconexão entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Para Palacios e Aguilera (2020), essa perspectiva é interdisciplinar, considera o contexto social do desenvolvimento científico e incentiva a participação cidadã em decisões que impactam a sociedade, abordando problemas reais para promover a literacia técnico-científica e despertar o interesse dos estudantes. Além disso, a abordagem CTSA no ensino visa formar cidadãos críticos e responsáveis, estimulando a alfabetização científica e a participação democrática (Vaciloto *et al.*, 2019). Para Marcondes *et al.* (2007, p. 25),

Em sua essência, as orientações CTS defendem uma visão mais crítica da ciência e da tecnologia, assim como a influência destas na sociedade (ruptura com a visão neutra e salvacionista da ciência e visão determinista da tecnologia sobre a ciência e a sociedade). Então, desta forma, os impactos produzidos pela ciência e tecnologia na sociedade passam a ser instrumentos de estudo.

O ensino com essa abordagem pode enriquecer o processo educacional ao fomentar uma compreensão mais profunda e crítica dessas inter-relações. Segundo Marcondes *et al.*, (2023), o ensino também é facilitado por meio dessa abordagem, que enfatiza as relações entre os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais relacionados aos conteúdos científicos.

Para Akahoshi (2012), o Ensino de Química Contextualizado na abordagem CTSA deve romper a ideia de contextualização ingênua e proporcionar aos educandos:

Discussão de situações problemas de forte teor social, buscando sempre o posicionamento e intervenção social por parte do aluno na realidade social problematizada. Assim, os conteúdos são definidos em função da problemática em estudo e das necessidades que se apresentam. Neste caso, devem aparecer atividades que promovam o estudo sistematizado visando possíveis ações para transformação da realidade social estudada (Akahoshi, 2012, p. 69).

A autora enfatiza a importância de discutir problemas sociais no contexto

educacional, incentivando os alunos a se posicionarem e intervirem na realidade social em questão. Nesse sentido, a abordagem CTSA se alinha à proposta de promover a participação ativa dos estudantes, incentivando a reflexão crítica e a intervenção na realidade social.

Palacios e Aguilera (2020), apontam características da abordagem CTSA frente às orientações tradicionais (Quadro 2). Para os autores, nas orientações tradicionais, professores e livros didáticos são as principais fontes de conhecimento, enquanto nas orientações CTSA, os alunos são incentivados a procurar por informações e utilizá-las. No entanto, atualmente, é importante que se oriente os estudantes quanto a buscas por informações em fontes confiáveis.

A ciência nas orientações tradicionais é apresentada de maneira abstrata e desconectada da tecnologia, da sociedade e meio ambiente, ao passo que nas orientações CTSA, a ciência é vista como uma ferramenta para resolução de problemas de qualquer natureza, desde que possuam relações com esta. Nas orientações tradicionais, os alunos se concentram nos problemas identificados pelos professores ou pelos livros, enquanto nas orientações CTSA, os alunos são incentivados a identificar e resolver problemas relevantes para eles ou para sua comunidade, assumindo a responsabilidade pelo uso da ciência nessas soluções.

Quadro 2. Diferenças entre orientações tradicionais e CTSA

Orientações Tradicionais	Orientações CTSA
Professores e livros didáticos são as principais fontes de conhecimento.	Os alunos procuram ativamente por informações que eles usam.
A ciência é abstrata e não tem relação com Tecnologia.	Os alunos veem a Ciência como uma forma para lidar com os problemas da vida diária
Os alunos se concentram nos problemas que são identificados pelo professor ou pelos livros de texto.	Os alunos identificam problemas sobre eles mesmos ou sua comunidade e assumem a responsabilidade para resolvê-los usando a Ciência.
Consideração mínima é dada à capacidade adaptativa humana.	A ênfase é colocada na adaptação humana e nas alternativas futuras.
Os valores não são considerados nos problemas na disciplina.	São consideradas questões relacionadas aos valores, à ética e às dimensões morais dos problemas.
O currículo é centrado em livros didáticos, é inflexível; só o conhecimento científico é considerado válido (uma visão limitada do	O currículo é centrado no problema, é flexível e válido tanto cultural quanto cientificamente.

conteúdo).	
A informação é enquadrada no contexto da lógica e estrutura da disciplina.	A informação é enquadrada no contexto do aluno como pessoa em um ambiente social/cultural.

Fonte: Palacios e Aguilera, 2020 (Tradução nossa).

Valores e ética são aspectos centrais nas orientações CTSA, onde as questões são abordadas com essas dimensões. O currículo tradicional é centrado em livros didáticos, inflexível e considerado válido apenas o conhecimento científico de uma visão limitada. Em contrapartida, o currículo CTSA é centrado em problemas, flexível, e válido tanto cultural quanto cientificamente.

Entretanto, Fernandes *et al.* (2018) sugerem que é crucial que os professores estejam preparados para conduzir aulas com a abordagem CTSA, promovendo uma aprendizagem que integre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, o que pode tornar o ensino mais significativo e alinhado aos desafios e a compreensão do mundo contemporâneo.

A abordagem CTSA opõe-se a um ensino da ciência tradicional e permite adequar os conteúdos programáticos a uma nova compreensão da ciência, mais real e mais dinâmica e, ao mesmo tempo, menos dogmática e menos neutra, refletindo as relações e interações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Fernandes *et al.*, 2018, p. 877).

Para Fernandes *et al.* (2018, p. 878):

É imprescindível que os manuais escolares, que orientam a atuação dos professores, reflitam com clareza a abordagem CTSA, quer ao nível da informação que disponibilizam, quer ao nível das atividades que propõem, dando sugestões aos professores para implementar esta perspectiva de ensino de forma adequada.

Tais materiais podem ser ferramentas essenciais na orientação dos professores para construção de suas aulas, podem apresentar informações relevantes, mas também podem propor atividades e sugestões que facilitem a implementação desse tipo de ensino, contribuindo para que os professores possam integrar ciência e sociedade de maneira significativa em suas aulas.

3.2.2 Sequência de Ensino na Abordagem CTSA

Para Kazmierczak *et al.*, (2018, p. 215), uma SE “oferece um ensino mais centrado nos interesses e habilidades do aluno, além de levar em conta as dimensões pedagógica e epistêmica presentes no processo de ensino aprendizagem”. Assim, uma SE é uma construção cuidadosa, que busca atender tanto às necessidades dos estudantes quanto a maneira como o conhecimento é produzido e compreendido. Isso pode promover um ensino mais significativo, permitindo que o estudante seja ativo em sua própria aprendizagem, ao mesmo tempo que respeita os processos pedagógicos e científicos envolvidos.

No processo de construção de uma SE, com abordagem CTSA, é relevante que sejam consideradas as concepções iniciais dos estudantes e planejar o ensino a partir delas, isso pode contribuir para despertar o interesse dos educandos e possibilitar uma aprendizagem mais eficaz. Também pode proporcionar a promoção da cidadania por meio do trato de questões socioambientais nas aulas de Química e do incentivo, pelos professores, a possíveis ações, a serem desempenhadas pelos estudantes, que permitam a compreensão e transformação da realidade social dos educandos por meio do conhecimento apropriado nas aulas (Akahoshi *et al.*, 2018).

Ao implementar aulas com abordagem CTSA, é essencial que o professor externe aos seus educandos quais os objetivos a serem alcançados, assim como, deve empenhar-se pessoalmente para isso, estimulando uma maior comunicação em sala, estimulando a participação dos estudantes promovendo o fortalecimento da liberdade intelectual e o estímulo ao pensamento crítico (Díaz, 1996).

Assim, para o autor, é importante que o professor adote a prática de algumas ações como, dedicar tempo suficiente para planejar continuamente o ensino, ser flexível com o currículo e a própria programação, promover a interação e a comunicação abrangente em sala de aula, incentivar, apoiar e potencializar as iniciativas dos estudantes, estimular o surgimento de perguntas e temas de interesse na sala de aula, solicitar fundamentos ou evidências que sustentem as ideias apresentadas pelos educandos, incentivar a aplicação dos conhecimentos ao mundo real, estimular os estudantes para perceberem a utilidade da ciência e da tecnologia, o aprendizado deve, sempre que possível, transcender as paredes das salas de aula (Díaz, 1996). As demandas burocráticas e extensas jornadas de trabalho dos professores podem tornar-se empecilhos à implementação de tais práticas,

necessárias ao desenvolvimento de abordagens CTSA.

No planejamento do ensino, Pitombo e Marcondes (2001), propõem um modelo estrutural para a construção de uma unidade temática de ensino contextualizada (Figura 1). Para os autores, a visão geral do problema pode ser iniciada por meio de recursos como textos, artigos de jornais e revistas, notícias veiculadas na imprensa, um filme ou um vídeo que possuam aspectos relacionados com o problema. Os autores recomendam que nas atividades ofertadas aos estudantes se faça uso de diversas estratégias como experimentos, leitura de textos científicos, aulas dialogadas, etc.

Solomon¹ (1989, apud Strieder, 2008, p.38) sugere ainda o uso de estratégias de ensino na abordagem CTS como “debates, palestras, redação de cartas a autoridades, construção de modelos de artefatos tecnológicos pelos alunos, além de discussões em grupos a partir de vídeos e textos relacionados ao tema em questão.” Como finalização para intervenções, a autora, valendo-se dos mesmos referenciais, sugere o uso de atividades como projetos de ação comunitária, produção de artefatos concretos ou ainda a organização de portfólios.

Figura 1. Modelo estrutural de uma unidade de ensino contextualizado



Fonte: Marcondes *et al.*, (2007)

¹ SOLOMON, J. The social construction of school science. In: MILLAR, R. (Ed.) **Doing science**: images of science in science education. London, New York, Philadelphia: The Falmer Press, p.126-136, (1989)..

Essa visão é corroborada por Gonzalez (2011) ao sugerir que aulas na abordagem CTSA devem fomentar:

A solução de problemas, simulações, atividades de tomada de decisão, exposição de controvérsias e realização de debates são frequentes nas propostas de ensino fundamentadas na abordagem CTSA. Sugere-se que tais atividades sejam realizadas através de trabalho em grupos, discussão em sala de aula centrada nos estudantes e que envolvam o uso de recursos da mídia. Além disso, as discussões das questões sociais devem englobar os aspectos políticos, os interesses econômicos, a influência da mídia etc. Atividades dessa natureza propiciarão ao aluno uma melhor compreensão das relações de poder dentro das diversas instâncias sociais (Gonzalez, 2011, p. 5).

Esta diversidade de estratégias visa à compreensão, pelos educandos, dos conhecimentos científicos pertinentes e suas relações com a temática em estudo. O que pode proporcionar aos estudantes, ao fim da unidade, uma visão ampliada do problema inicialmente apresentado e a reflexão sobre possíveis ações interventivas na sociedade.

Segundo Correia (2021, p. 20), “fazer uso da CTS não requer apenas um aprofundamento no conteúdo específico, mas também traçar relações com problemas reais envolvendo os conceitos de forma transdisciplinar.” Assim, é relevante que o ensino na perspectiva CTSA inicie com uma Situação Problema de caráter socioambiental presente na comunidade dos estudantes, e que possua relações com ciência e tecnologia, o que poderá instigar os educandos a buscarem uma resolução para o problema proposto, inclusive, com apoio de outras disciplinas e professores (Akahoshi *et al.*, 2018). Estes autores defendem a contextualização ao afirmarem que o ensino precisa considerar a possibilidade de uma integração entre o conhecimento específico e questões problemáticas relacionadas aos temas de interesse dos alunos e da sociedade.

O planejamento da sequência de ensino pode começar pelo levantamento das concepções prévias dos estudantes. Nesse sentido, Silva e Wartha (2018) destacam que a abordagem dos conteúdos de Química deve considerar uma análise prévia dos conhecimentos espontâneos e das possíveis concepções alternativas que os alunos possam apresentar. Essas concepções, conhecidas como ideias intuitivas, pré-concepções ou conceitos espontâneos, são construções subjetivas que os indivíduos elaboram para interpretar os fenômenos ao seu redor. Elas surgem a partir de

experiências e interações cotidianas, podendo, em alguns casos, não corresponder ao conhecimento científico aceito, o que pode dificultar a aprendizagem de conceitos formais. Reconhecer essas concepções é essencial para que o professor planeje estratégias que auxiliem os estudantes a superarem dificuldades e evitem a formação de novos equívocos durante o processo de ensino (Souza; Marcondes, 2013).

Waks² (1992, apud Freitas; Santos, 2004) propõe critérios para identificar materiais CTSA (Quadro 3), com o objetivo de promover a compreensão dos alunos sobre a interdependência entre a sociedade e o ecossistema, além de destacar a responsabilidade social nesse contexto. Ele enfatiza as influências mútuas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, evidenciando como esses campos se inter-relacionam. As conexões entre os avanços tecnológicos e científicos e as questões sociais são claramente estabelecidas, direcionando a atenção dos estudantes para as implicações sociais das inovações. Adicionalmente, os materiais da abordagem CTSA apresentam diferentes pontos de vista sobre temas e problemas socioambientais, buscando ampliar a visão crítica dos alunos sobre o mundo em que vivem por meio da diversidade de perspectivas.

Quadro 3. Critérios para rotular materiais como CTSA

Responsabilidade	O material desenvolve a compreensão dos alunos relativamente à sua interdependência como membros da sociedade como agente responsável dentro do ecossistema da natureza.
Influências mútuas CTS	As relações da Tecnologia, Ciência e Sociedade umas com as outras são claramente apresentadas.
Relação com as questões sociais	As relações dos desenvolvimentos tecnológico e científico com a sociedade são claramente estabelecidas no sentido de uma atenção dirigida.
Balanco de pontos de vista	O material apresenta um balanço de diferentes pontos de vista sobre questões e opções, sem necessariamente se esforçar por esconder a perspectiva do autor.
Tomada de decisões e resolução de problemas	O material empenha os alunos na procura de soluções para problemas e para competências para tomada de decisão.
Ação responsável	O material encoraja os alunos para que se envolvam em ações sociais ou pessoais, depois de ponderarem as consequências de valores e efeitos projetados por vários cenários e opções alternativas.
Integração de um ponto	O material ajuda os alunos a aventurarem-se para além

² WAKS, Leonard J. The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education. **Theory into practice**, v. 31, n. 1, p. 13-19, 1992.

de vista	da matéria do assunto específico até considerações mais alargadas de Ciência, Tecnologia e Sociedade que incluam um tratamento de valores pessoais e sociais.
----------	---

Fonte: Freitas; Santos, 2004.

Na perspectiva CTSA, os materiais escolares, de acordo com Santos (2011), incentivam a tomada de decisões e a resolução de problemas, engajando os alunos na busca de soluções e no desenvolvimento de competências para fazer escolhas informadas. Além disso, esses materiais promovem a ação responsável, estimulando os alunos a se envolverem em ações sociais ou pessoais, sempre levando em consideração as consequências e os valores envolvidos. Por fim, contribuem para ampliar a compreensão dos estudantes, integrando de maneira mais abrangente as considerações de CTSA e abordando aspectos pessoais e sociais.

No contexto do ensino de Química com essa abordagem, "o professor desempenha um papel fundamental ao fornecer subsídios para que as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade sejam estabelecidas" (Vaciloto *et al.*, 2019, p. 3). Assim, cabe ao docente provocar reflexões e incentivar os alunos a aplicarem o conhecimento científico em situações reais, contribuindo para uma educação mais contextualizada e relevante para a sociedade.

3.2.2.3 Avaliação da Sequência de Ensino

A avaliação da sequência de ensino, conforme proposta por Guimarães e Giordan (2013), envolve um processo de elaboração, avaliação e reavaliação (EAR) contínuo das Sequências Didáticas (SD). Esse processo inclui a criação e organização dos elementos da sequência, como título, objetivos, contexto escolar e conteúdos. A avaliação ocorre antes da aplicação, para aprimorar o material. Após a aplicação, o professor revisa a sequência com base em dados e observações para realizar melhorias. Guimarães e Giordan (2013) destacam que é fundamental que a sequência de ensino seja alinhada com teorias e abordagens educacionais, sendo avaliada por outros professores da mesma área para aperfeiçoamento. O instrumento de avaliação proposto pelos autores abrange quatro dimensões: estrutura e organização, problematização, conteúdos e conceitos, e metodologia de ensino e avaliação.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

4.1 Caracterização do Projeto de Pesquisa

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, configurando-se como um estudo de caso, adotando-se a observação participante, o que pode possibilitar uma compreensão mais aprofundada dos dados obtidos ao longo da aplicação da SE (Sturman, 1988; Yin, 2005). De acordo com Soares (2019), a pesquisa qualitativa transita da descoberta à compreensão dos fenômenos no contexto cultural, por meio da interpretação dos dados coletados, extrapolando a quantificação das informações e incorporando as percepções do pesquisador. Dessa forma, o pesquisador assume um papel ativo na análise, o que pode enriquecer a investigação com uma perspectiva mais profunda e contextualizada.

Contudo, é essencial reconhecer que essa subjetividade pode introduzir vieses, exigindo rigor metodológico para assegurar a validade e a confiabilidade da análise. Ao mesmo tempo, essa participação ativa do pesquisador potencializa a pesquisa, permitindo uma interpretação mais sensível e conectada à realidade estudada. As respostas obtidas a partir das questões investigadas fornecem os dados necessários para descrever as características da população ou testar as hipóteses formuladas durante o planejamento da pesquisa (GIL, 2008).

4.2 Lócus da Pesquisa

O estudo foi realizado, inicialmente, com estudantes de cinco turmas do 2º ano do Ensino Médio, em 2023, e finalizou com as mesmas turmas, no ano subsequente, quando compunham o 3º ano do Ensino Médio. As turmas foram inicialmente escolhidas pelo fato de já possuíam uma vivência maior com a disciplina Química. A pesquisa ocorreu em uma escola pública da Rede Estadual de Educação, localizada no Agreste Meridional de Pernambuco, da qual o pesquisador faz parte do quadro de professores. Segundo o IBGE (2022), o município possuía uma população de 17.165 habitantes e uma densidade demográfica de 27,03 hab/km².

A escola contava, no período da pesquisa, com 671 estudantes matriculados no Ensino Médio, distribuídos entre as modalidades de ensino regular e integral, além da oferta de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Desde 2017, a instituição tem

apresentado melhorias contínuas nos indicadores educacionais, com a evolução do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que passou de 3,4 para 4,6 em 2023. Paralelamente, a escola registrou avanços significativos na redução da distorção idade-série: em 2017, 42% dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio estavam com dois ou mais anos de atraso escolar, percentual que caiu para 25,6% em 2023.

Esses dados refletem o esforço da instituição em aprimorar a qualidade do ensino e promover melhores condições de aprendizagem para seus estudantes, o que enriquece o contexto da pesquisa e amplia as possibilidades de análise dos resultados obtidos.

4.3 Elementos Pedagógicos Organizacionais Para Construção de Sequência de Ensino com Abordagem CTSA

Marcondes *et al.*, (2023) e Ayres-Pereira, Marcondes e Carmo (2022) sugerem alguns elementos pedagógicos organizacionais orientadores para construção de sequências de ensino com abordagem CTSA: (i) seleção do tema e questões problema; (ii) diagramas de conteúdos CTSA, espinha CTSA (Pereira, Marcondes e Carmo, 2022) e o quadrado CTSA (Akahoshi, 2012); (iii) modelo metodológico proposto por Aikenhead para o ensino na perspectiva CTS (Aikenhead, 1994), e (iv) as habilidades de pensamento (Suart e Marcondes, 2009). Tais elementos foram utilizados no planejamento e construção das aulas da SE.

4.3.1 A Escolha da Temática e Questão-problema:

A escolha do tema a ser abordado nas aulas foi realizada pelos estudantes por meio de um levantamento de temas de natureza socioambiental, utilizando uma lista de sugestões disponível em um formulário Google. O instrumento coletou 113 respostas, os educandos optaram por bebidas alcoólicas. É fundamental que o tema socioambiental escolhido esteja vinculado ao conhecimento científico, pois a SE seria aplicada nas aulas de Química. Segundo Gonzalez (2011), um tema pode ser introduzido por meio de um problema que, após o estudo de conteúdos científicos, tecnológicos e sociais, pode ser resolvido através de discussões entre os alunos e da aplicação dos conhecimentos adquiridos. Isso promove o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões com base em avaliações de custos, benefícios e

consequências.

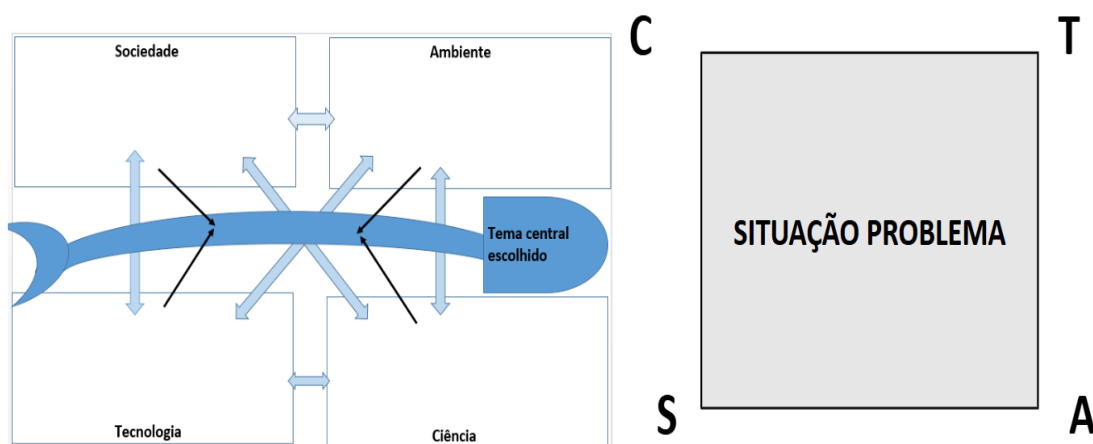
Após a escolha do tema, iniciou-se a construção e aplicação de um instrumento investigativo, um formulário Google, com o objetivo de identificar as concepções prévias dos estudantes relacionadas à temática. O instrumento foi estruturado em cinco seções e aplicado em cinco salas de aula do 2º ano do Ensino Médio, resultando em 145 respostas, todas coletadas por meio dos smartphones dos educandos.

A situação-problema proposta aos educandos visava o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas, como análise, síntese, criação e proposição de hipóteses em questões sociais e ambientais que necessitam de apoio científico (Suart; Marcondes, 2009). Díaz (1996) destaca que a resolução de problemas em aberto é uma estratégia importante no Ensino de Ciências, promovendo a tomada de decisões fundamentadas e o envolvimento cívico. Essa abordagem educacional estimula os alunos a refletirem criticamente sobre os impactos das inovações científicas e tecnológicas, preparando-os para atuar de forma consciente e informada no mundo.

4.3.2 Diagramas de conteúdos CTSA

Os diagramas de conteúdos CTSA, como a espinha e o quadrado são utilizados como organizadores dos conhecimentos que se objetiva abordar em sala de aula, organizam o conhecimento em quatro áreas: científica, tecnológica, social e ambiental (Figura 2). A espinha de conteúdos CTSA é utilizada não somente para listagem de conteúdos e/ou conceitos que o professor julgue essenciais à compreensão do tema pelos estudantes, mas para que se perceba as inter-relações existentes entre os conteúdos e/ou conceitos elencados, é elaborada antes da construção da situação-problema. E, segundo Akahoshi (2012) o uso do quadrado de conteúdos CTSA ocorre em função da situação-problema, filtrando os conhecimentos relevantes para sua resolução pelos estudantes.

Figura 2. Espinha e Quadrado CTSA



Fonte: Marcondes *et al.* (2023); Akahoshi (2012).

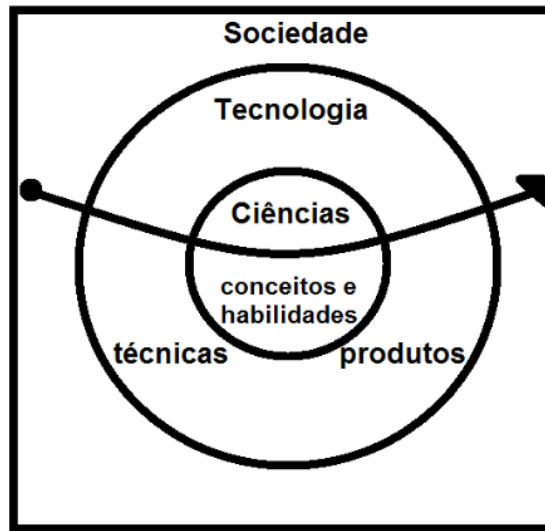
As interrelações entre os conhecimentos, destacadas pelas setas na espinha, pode facilitar o desenvolvimento da construção de argumentos pelos estudantes, conectando os conceitos ao problema proposto para a sequência de ensino.

4.3.3 O Modelo Metodológico de Glen Aikenhead Para o Ensino CTS

Marcondes *et al.*, (2023) sugerem ainda, o modelo metodológico de G. Aikenhead para o ensino na perspectiva CTSA (Figura 3). O uso do diagrama de Aikenhead no planejamento de aulas de Química favorece uma contextualização mais profunda no ensino por meio das relações de aspectos sociais e ambientais relacionados ao conhecimento científico e tecnológico.

Em tal modelo, parte-se de um problema ou temática ou uma questão de interesse social ou ambiental que possua relação com o conhecimento científico, em seguida discute-se aspectos tecnológicos ligados ao problema ou questão, os conteúdos científicos considerados essenciais para a compreensão do tema são apresentados, retomando-se aspectos da tecnologia presente. Por fim, as questões iniciais são retomadas, com apoio nos conhecimentos tratados ao longo da sequência (Akahoshi *et al.*, 2018; Silva; Marcondes, 2015; Wartha; Silva; Bejarano, 2013). Assim, por meio dessa abordagem de ensino, espera-se que o estudante seja capaz de fazer julgamentos, resolver problemas e tomar decisões sobre as questões apresentadas na SE (Vaciloto *et al.*, 2019).

Figura 3. Esquema metodológico de Aikenhead para o ensino CTS



Fonte: Akaoshi (2012).

Segundo Marcondes *et al.* (2023), o uso do esquema metodológico favorece as inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, proporcionando aos estudantes os conhecimentos necessários para compreender e resolver as situações propostas. Nesse contexto, a contextualização deixa de ser uma simples exemplificação do cotidiano, tornando-se o princípio orientador do estudo, capacitando o aluno a tomar decisões fundamentadas e responsáveis em questões de interesse coletivo.

4.3.4 Habilidades de Pensamento

Marcondes *et al.* (2023) destacam a importância de selecionar habilidades de pensamento adequadas para resolver a Situação Problema e as atividades propostas. Eles sugerem que, em sequências de ensino CTSA, deve-se fomentar habilidades cognitivas mais complexas, como julgar, avaliar e tomar decisões, ao invés de focar apenas na memorização. Zoller *et al.* (2002) enfatizam que a análise de situações desconhecidas é essencial para desenvolver o pensamento crítico. E segundo Zoller e Pushkin (2007) essa análise amplia o escopo dessas habilidades cognitivas. Suart e Marcondes (2009) propõem três níveis de exigência cognitiva das questões formuladas pelos professores, P1, P2 e P3 (Quadro 4), variando de tarefas mais simples até as que exigem maior complexidade de pensamento.

Quadro 4. Exigências cognitivas presentes em perguntas propostas aos educandos

Nível	Descrição
P1	Requer que o estudante somente recorde uma informação, partindo dos dados obtidos.
P2	Requer que o estudante desenvolva atividades como sequenciar, comparar, contrastar, aplicar leis e conceitos para a resolução do problema
P3	Requer que o estudante utilize os dados obtidos para propor hipóteses, fazer inferências, avaliar condições e generalizar.

Fonte: Suart e Marcondes (2009)

O desenvolvimento das habilidades de pensamento pelos estudantes envolve diferentes níveis de exigência cognitiva. No nível mais simples, P1, os alunos apenas memorizam e reproduzem informações. No nível P2, eles começam a aplicar conceitos e fazer conexões mais profundas. Já no nível P3, os alunos são desafiados a criar hipóteses, avaliar situações e aplicar o conhecimento em contextos novos, desenvolvendo pensamento crítico e criativo. Para que o aprendizado seja mais eficaz, é importante equilibrar atividades em todos os níveis cognitivos. As atividades simples formam a base do conhecimento, mas atividades mais complexas promovem a capacidade de análise e solução de problemas. Marcondes *et al.* (2023) enfatizam a importância de considerar os níveis de exigência cognitiva nas atividades propostas para promover o desenvolvimento de habilidades de pensamento, que vão desde a memorização até a tomada de decisões complexas (Quadro 5). Zoller *et al.* (2002) categorizam essas habilidades em algorítmicas (baixo nível), cognitivas de baixa ordem (LOCS) e de alta ordem (HOCS), que promovem pensamento crítico e resolução de problemas.

Marcondes *et al.* (2023) propõem níveis de complexidade para o desenvolvimento de habilidades de pensamento pelos educandos (Quadro 5). No nível H1, o estudante utiliza habilidades mais simples, como lembrar conceitos e aplicar fórmulas. Esse nível é fundamental, pois estabelece a base para habilidades mais complexas. Perguntas de baixa demanda cognitiva como “O que é um átomo?” ou “Qual é a fórmula da água?”, exigem apenas a lembrança e reprodução do conhecimento pelo educando. Embora essenciais para garantir a compreensão básica, se o professor se limitar a essas questões, o desenvolvimento cognitivo do aluno pode ser superficial, de acordo com os autores.

Quadro 5. Habilidades de pensamento a serem desenvolvidas pelos estudantes

Nível	Descrição
H1	Expõe uma informação; Relembra conceitos; Aplica fórmulas e conceitos
H2	Seleciona informações relevantes para compreensão de uma situação; Aplica conceitos para resolver um problema ou explicar uma situação; Identifica e estabelece processos de controle de variáveis envolvidas em um problema.
H3	Analisa e avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema ou situação em estudo; Sugere possíveis caminhos para solucionar o problema; Compara possíveis soluções para uma situação ou problema baseando-se em conhecimentos científicos.
H4	Faz julgamentos de valor e toma decisões mobilizando conhecimentos científicos; Aborda ou generaliza o problema ou situação em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Marcondes *et al.* (2023)

No nível H2, o estudante começa a aplicar conceitos, selecionando informações relevantes e resolvendo problemas, controlando variáveis para chegar a soluções. Esse nível exige um maior envolvimento cognitivo, o professor faz uso de perguntas que incentivam a aplicação prática do conhecimento, "como o aumento da temperatura exerce influência sobre a velocidade de uma reação química?".

No nível H3, o estudante é instigado a analisar e avaliar variáveis, entender causas e efeitos e sugerir soluções, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico. Perguntas como "Quais seriam as possíveis causas de uma determinada situação social ou ambiental e como resolvê-la?" incentivam a análise de diferentes abordagens para um problema.

No nível H4, o educando é provocado a fazer julgamentos baseados em conhecimentos científicos e generalizar soluções para outros contextos, demonstrando uma compreensão mais aprofundada do problema ou tema em questão. Perguntas que exigem julgamento de valor e aplicação do conhecimento em novos contextos promovem esse desenvolvimento.

Os autores destacam que o tipo de pergunta formulada pelo professor é crucial para o desenvolvimento das habilidades de pensamento dos alunos. Perguntas mais simples (P1) limitam o desenvolvimento cognitivo, enquanto perguntas mais

complexas (P3) estimulam a análise crítica e a tomada de decisões. Assim, de acordo com Suart e Marcondes, (2009, p. 71), “os níveis cognitivos das respostas elaboradas pelos alunos estão relacionados com os níveis cognitivos das questões propostas pelo professor”, (Quadro 6).

Quadro 6. Relação entre o nível cognitivo das respostas dos alunos sugerida por Suart e Marcondes (2009) e as categorias de Zoller *et al.*, (2002)

Nível	Categoria de resposta ALG
N1	• Não reconhece a situação problema; • Limita-se a expor um dado lembrado; • Retêm-se a aplicação de fórmulas ou conceitos.
Nível	Categoria de resposta LOCS
N2	• Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado; • Não identifica variáveis; • Não estabelece processos de controle para a seleção das informações; • Não justifica as respostas de acordo com os conceitos exigidos.
N3	• Explica a resolução do problema utilizando conceitos já conhecidos ou lembrados (resoluções não fundamentadas, por tentativa) e quando necessário representa o problema com fórmulas ou equações; • Identifica e estabelece processos de controle para a seleção das informações; • Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.
Nível	Categoria de resposta HOCS
N4	• Seleciona as informações relevantes; • Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema; • Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema. • Exibe capacidade de elaboração de hipóteses.
N5	• Aborda ou generaliza o problema em outros contextos ou condições iniciais.

Fonte: Suart e Marcondes (2009)

Coelho e Malheiro (2019) enfatizam a importância de uma abordagem

cuidadosa na formulação de perguntas, destacando que elas são essenciais para o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores. Para os autores, a elaboração de perguntas é uma atividade estratégica que, quando bem planejada, pode incentivar os alunos a atingirem diferentes níveis de habilidades cognitivas.

4.4 Estratégias de Coleta e Análise de Dados

A pesquisa utilizou uma abordagem diversificada para a coleta de dados visando uma análise abrangente das ideias dos estudantes e dos resultados obtidos com a aplicação da SE aplicada (Quadro 7). Inicialmente, para identificar as concepções prévias dos estudantes, utilizou-se um formulário (Marconi e Lakatos, 1999). Técnica definida por Gil (2008, p. 121) como um "conjunto de questões submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos". As respostas a esse instrumento geraram dados que permitiram tanto descrever as características da população pesquisada quanto testar as hipóteses estabelecidas no planejamento da pesquisa (Gil, 2008). O instrumento foi estruturado em 05 seções, na primeira, se buscou levantar informações sobre as experiências dos estudantes relacionadas ao contato com as bebidas contendo álcool, nas demais seções, buscou-se identificar as concepções prévias dos estudantes quanto aos aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente relacionados às bebidas, visando considerá-las no planejamento das aulas da SE.

As aulas foram planejadas e estruturadas para que ocorressem em dois momentos, um síncrono, na sala de aula e um assíncrono, em que em grupos, os estudantes desenvolveram as atividades como questões e experimentos. Tais questões foram planejadas considerando as demandas cognitivas de Suart e Marcondes (2009) com três níveis de complexidade crescente, com a intencionalidade do desenvolvimento, nos estudantes das habilidades de pensamento sugeridas por Marcondes *et al.* (2023) em cinco níveis de complexidade crescente e visando a mobilização e identificação, nas respostas dos estudantes, de tais habilidades nos níveis apontados por Suart e Marcondes (2009), N1 a N5, e Zoller *et al.* (2002) e Zoller e Pushkin (2007), LOCS e HOCS.

As atividades desenvolvidas pelos educandos no momento assíncrono, eram hospedadas no Padlet, uma startup de tecnologia educacional com serviço baseado em nuvem, em cuja plataforma é possível criar murais e quadros interativos e

colaborativos, que eram apresentadas pelos respectivos grupos na aula subsequente.

Os professores, com formação em Ciências da Natureza, do quadro de funcionários da escola em que a SE foi aplicada, foram convidados a realizar uma avaliação das aulas planejadas antes da aplicação em sala de aula. Optou-se por estes profissionais pelo fato de conhecerem os estudantes, a escola, suas realidades e peculiaridades, dessa forma, poderiam opinar com mais facilidade e propriedade sobre o material, oferecendo contribuições para melhoria do material.

Durante a aplicação da SE, as aulas foram gravadas e transcritas por meio da ferramenta de transcrição *Notta AI*. As observações realizadas pelo pesquisador foram registradas no diário de bordo, acompanhando as interações dos alunos e suas respostas às atividades propostas. Além disso, foram implementadas atividades avaliativas semanais nas plataformas digitais Padlet e *Google Drive*, bem como registros físicos como as respostas à SP, o que possibilitou o acompanhamento do processo e a identificação de possíveis equívocos nas ideias expressas pelos estudantes. Ao término da SE, foi aplicado um questionário reflexivo-avaliativo com perguntas abertas, com o objetivo de examinar as percepções dos estudantes sobre a temática após a intervenção e avaliar as suas opiniões sobre as aulas realizadas (Marconi e Lakatos, 1999).

A coleta de dados durante a intervenção ocorreu com registros no diário de bordo e nas atividades realizadas pelos alunos nas plataformas digitais. Após a intervenção, os estudantes responderam à Situação Problema (SP) e o questionário reflexivo-avaliativo, com o intuito de levantar suas visões após a aplicação da SE e suas opiniões sobre as aulas.

Quadro 7. Instrumentos de coleta de dados utilizados

Instrumento	Objetivo	Momento de aplicação
Escolha da temática	Identificar uma temática socioambiental presente na localidade dos estudantes e que, ao mesmo tempo, fosse do interesse deles estudá-la.	Início da pesquisa
Levantamento de concepções prévias	Identificar as ideias prévias dos estudantes sobre a temática.	Início da pesquisa
Anotações no diário	Registrar as observações,	Durante a aplicação

de bordo do pesquisador	impressões e situações ocorridas nas salas de aula que fossem relevantes à pesquisa.	da Sequência de Ensino
Resposta à situação problema	Identificar as habilidades de pensamento manifestadas pelos estudantes, aspectos CTSA mobilizados em sua resolução, além da proposição de soluções para o problema proposto.	Última aula da SE
Questionário reflexivo-avaliativo	Comparar as visões dos estudantes pré e pós aplicação da aplicação da SE e submeter as aulas à avaliação pelos estudantes.	Última aula da SE

Fonte: Autor, 2025.

A análise dos dados ocorreu por meio da abordagem qualitativa, focada na compreensão mais aprofundada das respostas dos estudantes à SP. Tais respostas foram organizadas com base nas habilidades cognitivas de Baixa Ordem (LOCS) e Alta Ordem (HOCS), conforme os critérios de Zoller *et al.* (2002). Também foram analisadas conforme os níveis propostos por Suart e Marcondes (2009), que avalia a complexidade das respostas nos níveis de N1 a N5, conforme a profundidade da argumentação e habilidades de pensamento manifestadas. A relação entre o tempo de fala do professor e a participação dos alunos também foi observada.

Por fim, os estudantes responderam um questionário reflexivo-avaliativo composto por 04 questões abertas, que visou identificar os impactos das aulas da SE sobre suas visões iniciais relacionadas à temática. A análise ocorreu por meio da comparação entre as concepções prévias à aplicação da SE e as visões pós aplicação da SE.

4.5 Implementação da Sequência de Ensino CTSA

A aplicação da SE iniciou-se em 09 de julho de 2024 e estendeu-se até o dia 25 de setembro do mesmo ano em 05 turmas do 3º ano do Ensino Médio (Quadro 8). Vale ressaltar que tais turmas foram as mesmas que responderam o instrumento no Formulário Google que identificou seus conhecimentos prévios, 2º ano do Ensino Médio à época do início desta pesquisa, no ano 2023, o que pode permitir uma maior coerência nas análises dos resultados obtidos.

Quadro 8. Quantitativo de estudantes participantes da pesquisa

Turma	Estudantes participantes	Número de grupos
3ªT01	29	05
3ªT02	30	04
3ªT03	27	04
3ªT04	18	04
3ªT05	26	04

Fonte: Autor, 2025.

A SE foi estruturada em nove aulas, considerando a problematização do tema, conforme proposto por Delizoicov *et al.* (2002), aliado ao esquema metodológico de Aikenhead (1994), que orienta a apresentação de problemas ou questões relacionadas aos aspectos sociais e ambientais do conteúdo abordado. O tema escolhido foi o consumo de bebidas alcoólicas, explorando suas implicações sociais, ambientais e de saúde pública, com enfoque nos diferentes tipos de consumo (moderado e abusivo) e suas consequências, como acidentes, doenças e violência. As discussões foram fomentadas a partir da apresentação de informações extraídas de reportagens, de charges e do levantamento dos conhecimentos prévios dos discentes por meio de questões que instigavam a reflexão. A partir dessas informações, foram discutidos os impactos positivos e negativos do consumo e da produção de bebidas alcoólicas, ressaltando-se a importância de desenvolver uma visão crítica e contextualizada sobre a temática. Conforme Garrido (1996), ao instigar os estudantes a confrontar suas percepções iniciais com evidências e diferentes perspectivas, o professor promove o amadurecimento intelectual da turma, incentivando-os a revisar suas concepções e a buscar explicações mais fundamentadas.

Com o intuito de aprofundar a reflexão, foram propostas atividades práticas e pesquisas em grupo, incluindo a análise de rótulos de embalagens de bebidas, estimulando os estudantes a investigar o ciclo de vida dos produtos e os impactos socioambientais associados. Segundo Miri *et al.* (2007), atividades colaborativas favorecem a aprendizagem, pois permitem que os estudantes se beneficiem das contribuições de colegas e do conhecimento compartilhado por meio de discussões, observações e análise de resultados. Ao final da aula, os discentes foram

apresentados à Situação Problema (SP) e informados que nas aulas subsequentes seriam estudados conteúdos e conceitos necessários à sua resolução, e que na última aula da SE, em grupos, deveriam apresentar sua resposta à SP.

A segunda aula, momento de organização do conhecimento, conforme a abordagem de Delizoicov *et al.* (2002), se estende até a oitava aula, estabelece inter-relações Ciência-Tecnologia-Tecnologia-Ambiente propostas no diagrama de Aikenhead (1994). O foco da aula foi o estudo da cadeia de produção de bebidas alcoólicas, como cerveja, cachaça e vinho, com ênfase nos impactos socioambientais decorrentes desses processos produtivos.

Os estudantes participaram de atividades relacionadas ao estudo dos rótulos das embalagens, retomando a atividade iniciada na primeira aula. Apresentaram fotografias de rótulos, analisando os materiais utilizados, os tempos de decomposição e as implicações ambientais do descarte inadequado. Além disso, foram discutidas as principais matérias-primas envolvidas na produção das bebidas (cevada, cana-de-açúcar, uva e milho), comparando-se os ciclos de cultivo, colheita e a extensão das áreas plantadas dessas culturas no Brasil. Destacou-se, ainda, o impacto das queimadas na colheita da cana-de-açúcar, a partir da análise de uma reportagem que evidenciava os danos ambientais e sociais associados a essa prática.

Foram apresentados aos estudantes dados quantitativos e qualitativos sobre os benefícios e prejuízos dos processos produtivos, promovendo-se uma discussão crítica e reflexiva. Ao final da aula, propôs-se uma atividade experimental para a aula seguinte: organizados em seus grupos colaborativos, os estudantes realizaram experimentos para produzir álcool a partir da cana-de-açúcar e do açúcar, possibilitando a aplicação concreta dos conceitos discutidos e incentivando a aprendizagem por meio do incremento de elementos do ensino investigativo na atividade, como questões pré e pós experimento.

A terceira aula ocorreu no laboratório da escola e abordou os processos de fermentação e destilação, focando na produção de etanol e nas transformações químicas envolvidas. Discutiu-se inicialmente os experimentos previamente realizados pelos estudantes, estes misturaram fermento biológico com caldo de cana ou açúcar em uma garrafa Pet, anexaram uma bexiga na garrafa e fizeram observações periódicas e anotações visando discussões na aula posterior.

Os estudantes apresentaram resultados de seus experimentos. Destacaram em seus relatos a formação de bolhas e mudanças de cor e odor, que indicavam a

produção de gás carbônico e álcool (Peixoto *et al.*, 2012). Tais fenômenos são tratados como evidências de reações químicas (Kraisig; Braibante, 2019; Pereira, 2013).

Os experimentos foram tratados nas discussões durante a aula síncrona considerando os três diferentes níveis defendidos por Johnstone (1993): o macroscópico, o submicroscópico e o representacional (modelos explicativos). O nível macroscópico, compreende tudo o que podemos visualizar a olho nu, ou seja, o fenômeno em si; o submicroscópico, busca as explicações para o fenômeno observado fornecendo-nos a capacidade de fazer previsões, e o representacional busca a comunicação através da linguagem química. O principal objetivo da aula era estabelecer relações entre as transformações químicas da produção das bebidas e a geração de resíduos industriais inerentes a seu processo de produção.

Na mesma aula, ocorreu a realização da segunda parte do experimento, o processo de destilação, usando a mistura fermentada, preparada previamente pelos estudantes, aquecendo-a para que o álcool entrasse em ebulição e posteriormente passasse pelo processo de condensação, obtendo-se uma solução de maior teor alcoólico. Discutiu-se na ocasião o conceito de destilação simples mediante o aumento do teor alcoólico, que pode diferenciar bebidas destiladas, como cachaça e uísque, das não destiladas, como vinho e cerveja (Cancelier *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2009; Machado, 2022).

Conceitos importantes, como ponto de ebulição, propriedades do etanol, transformações químicas e físicas, processos endotérmicos e exotérmicos, foram discutidos em decorrência da aula experimental. Ao final da aula ocorreu a exibição de um vídeo sobre a produção de cachaça em escala industrial, destacando as aplicações do conhecimento químico discutidos na aula para a indústria de bebidas.

Na aula de número quatro da SE discutiu-se a produção industrial de etanol, por meio de vídeos, simulações e infográficos, a partir de diferentes matérias-primas, como cana-de-açúcar, milho e celulose, destacando a eficiência de cada cultura. Foram envolvidos também os impactos econômicos e ambientais da indústria de bebidas selecionadas no Brasil, incluindo o descarte de embalagens. Conceitos relacionados à Química Orgânica, como nomenclatura dos álcoois, especialmente a estrutura do etanol e da sacarose foram estudados visando um entendimento da estrutura molecular e das propriedades de tais substâncias. Ao final, foi proposta uma atividade prática para os alunos compararem o comportamento do álcool e da água no congelador mediante observações e anotações, para discussões na aula posterior

das propriedades específicas dessas substâncias.

Na quinta aula, ocorreram as apresentações dos grupos sobre a produção de bebidas alcoólicas (cachaça, cerveja e vinho), com ênfase nos impactos socioambientais, os estudantes discutiram sobre os resíduos gerados na produção de cada bebida e o impacto do descarte de embalagens de bebidas.

O experimento realizado previamente pelos grupos de estudantes para observar o comportamento do álcool e da água no congelador também foi discutido o que permitiu o estudo das propriedades físico-químicas do etanol (pH, ligações de hidrogênio, solubilidade, inflamabilidade, densidade, polaridade, e solubilidade em água e a estrutura molecular do etanol). Além disso, introduziu-se o conceito de drogas psicoativas, debatendo se o álcool se enquadra nessa categoria.

Na aula de número 06 da SE, inicialmente lembrou-se o experimento discutido na aula anterior, onde foram comparados o comportamento do álcool e da água ao serem resfriados, abordando propriedades físico-químicas do etanol. Também se discutiu sobre os efeitos do álcool no organismo, tais efeitos foram detalhados mediante a concentração alcoólica no sangue (Freitas, 2021; Rego, 2008). Discutiu-se a ação do álcool no fígado durante o metabolismo da substância no organismo. Foram abordados os potenciais benefícios e riscos do consumo moderado de álcool, apresentando estudos científicos sobre o tema. Na aula também introduziu-se o conceito de drogas, classificando-as em naturais e sintéticas, lícitas e ilícitas, e discutiu-se como tais substâncias psicoativas afetam o sistema nervoso central.

A aula sete focou nos impactos socioambientais do consumo de álcool e nas alternativas sustentáveis para a produção e para o descarte das embalagens de bebidas. Abordou-se o conceito de etanol de segunda geração (2G), produzido a partir de resíduos agrícolas, como uma alternativa mais sustentável ao etanol de primeira geração (1G), destacando suas vantagens na redução de emissões de CO₂. A reciclagem e a logística reversa foram discutidas como estratégias para mitigar os impactos ambientais do descarte de embalagens, incentivando uma abordagem mais sustentável.

As discussões incluíram os efeitos do consumo moderado de álcool, considerando variações individuais e os diferentes tipos de bebidas. Dados sobre a prevalência do consumo de álcool antes dos 18 anos entre os alunos foram apresentados, incentivando reflexões sobre os impactos sociais e comportamentais.

Na penúltima aula da SE abordou-se os impactos do consumo de álcool sob

diversas perspectivas, incluindo aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Relembrou-se alguns pontos importantes de algumas aulas da SE por meio da pergunta: “*o que aprendemos durante as aulas sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente que nos ajudam a resolver a SP proposta?*” Os estudantes mencionaram tanto os benefícios do consumo moderado quanto os problemas graves associados ao consumo excessivo de álcool, como dependência, violência, acidentes de trânsito, e problemas familiares e profissionais, os processos de fermentação e destilação, a determinação do teor alcoólico, e os efeitos do álcool no corpo, incluindo o metabolismo do etanol e suas características de tolerância e abstinência.

Estudou-se, na aula, alguns artigos do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e Código de Trânsito Brasileiro (CTB) que tratam do consumo de álcool por menores e a condução sob efeito de álcool, tais circunstâncias foram propostas para reforçar a conscientização sobre o tema. Os estudantes foram convidados a desenvolver ações visando o convite à sociedade para tomada de consciência sobre os riscos e o consumo responsável de álcool, o que configura o terceiro momento pedagógico (Delizoicov *et al.*, 2002). Na mesma aula, os grupos de alunos compartilharam suas ideias para essas ações, e decidiu-se a nona aula para a entrega das atividades. Esta SE buscou o engajamento dos alunos em ações visando alcançar a perspectiva de contextualização da transformação da realidade social (Akahoshi, 2012), por meio do estudo das inter-relações CTSA dos impactos multifacetados do consumo de álcool.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentam-se as análises dos conhecimentos prévios externados pelos estudantes que participaram da pesquisa, e que serviram de base para a construção da SE, sua estrutura, a análise dos dados e da discussão relativa às habilidades de pensamento mobilizadas pelos grupos de estudantes em resposta à SP proposta. Os resultados são agrupados por turma e categorizados em habilidades de ordem inferior (LOCS) e superior (HOCS), conforme a taxonomia de Zoller *et al.* (2002), além de serem distribuídos nos níveis N1, N2, N3, N4 e N5, de acordo com a classificação de Suart e Marcondes (2009).

Adicionalmente, realiza-se um mapeamento dos conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) mobilizados durante a resolução dos itens da SP. Apresenta-se também as perspectivas de contextualização, sugeridas por Akahoshi (2012) e Ayres-Pereira e Marcondes (2023), alcançadas por grupo. Por fim, apresenta-se a avaliação dos estudantes sobre as aulas da SE, evidenciando os impactos dessas atividades sobre as concepções iniciais dos estudantes em relação à temática abordada.

5.1 Escolha da temática e levantamento das concepções dos estudantes

A temática foi escolhida com o objetivo de construir uma sequência de ensino baseada na abordagem CTSA, visando investigar os possíveis impactos dessa abordagem nas concepções dos estudantes. Dentre as opções apresentadas, a maioria dos alunos optou por abordar o tema "bebidas alcoólicas".

Conhecer as concepções prévias dos estudantes, de acordo com Santos e Oliveira (2019, p. 68), “é fundamental antes de iniciarmos a aula, a fim de que eles possam relacionar seus conhecimentos aos conhecimentos científicos.” Uma abordagem eficaz para trabalhar as concepções prévias dos estudantes é o confronto, que visa torná-las insatisfatórias aos educandos, conduzindo-os a uma mudança ou evolução conceitual (Schnetzler, 2002).

Esse conflito ocorre quando as crenças de um indivíduo são desafiadas por novas experiências, e ele percebe que seus conhecimentos não são suficientes para compreendê-las ou explicá-las satisfatoriamente. Contudo, é importante dosar a intensidade desse conflito, pois, embora relevante para o ensino, se for excessivo,

pode levar o estudante à frustração e ao desinteresse pelo conteúdo, prejudicando sua aprendizagem. Por isso, pesquisadores como Kang *et al.* (2005) sugerem que níveis moderados de conflito são mais eficazes para promover melhores resultados no processo de ensino e aprendizagem.

O instrumento utilizado para a identificação das ideias iniciais dos estudantes foi um formulário com perguntas estruturadas, definido por Gil (2008, p. 121) como uma “técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos.” As respostas a essas questões forneceram os dados necessários para descrever as características da população pesquisada e testar as hipóteses formuladas durante o planejamento da pesquisa (Gil, 2008). A primeira seção do questionário (Quadro 9) teve como objetivo coletar informações sobre as experiências dos estudantes com bebidas alcoólicas.

Quadro 9. Instrumento para levantamento das experiências dos estudantes com as bebidas alcoólicas

Seção	Item
1	(1P) Qual sua idade?
	(2P) Em algum momento de sua vida, já experimentou alguma bebida alcoólica, mesmo em pequenas quantidades (cerveja, vinho, cachaça, uísque, vodca, etc.)?
	(3P) Quem estimulou você a experimentar alguma bebida alcoólica pela primeira vez?
	(4P) Com que objetivo você ingere ou já ingeriu bebidas alcoólicas, ainda que em pequenas quantidades?
	(5P) Você já ingeriu bebidas alcoólicas dentro da escola?
	(6P) Em algum momento de sua vida já chegou a comprar em algum estabelecimento comercial algum tipo de bebida alcoólica (cerveja, vinho, cachaça, uísque, vodca, etc.) para você ou mesmo para terceiros?
	(7P) Caso você já tenha comprado algum tipo de bebida alcoólica, o vendedor fez a exigência de algum documento pessoal para efetuar a venda?
	(8P) Você tem ou teve algum familiar, amigo ou alguém próximo que você considera ser viciado em alguma bebida alcoólica?
	(9P) Algum familiar ou amigo seu já teve problemas, de qualquer natureza, relacionado ao consumo de bebidas alcoólicas?
	(10P) Em sua residência há alguma bebida alcoólica?
	(11P) Seus pais ingerem, ou já ingeriram alguma bebida alcoólica?

Fonte: Autor, 2025.

As demais seções (Quadro 10) buscavam identificar as ideias prévias dos estudantes sobre aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais relacionados

ao tema. Na análise, para cada item atribuiu-se um código alfanumérico. O número está relacionado à ordem do item na seção. Está organizado em ordem crescente e acrescido uma letra (C, T, S ou A) relacionada ao aspecto focal do item (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), por exemplo: 1C, item 1 da seção aspectos científicos; 2T, item 2 da seção aspectos tecnológicos. Como opções de resposta os estudantes podiam optar por verdadeiro ou falso, nas seções com itens focais nos aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais; na seção que buscava informações relacionadas à experiências e vivências dos educandos com as bebidas alcoólicas, as opções de respostas eram sim ou não. Nos itens 3P, 4P e 6C, os estudantes tinham caixa de seleção como opção de resposta, para estes itens, poderiam escolher mais de uma opção de resposta.

Quadro 10. Instrumento para identificação das ideias prévias dos estudantes

Seção	Código do item	Item
2	(1C)	O etanol, substância presente nas bebidas alcoólicas, é diferente do etanol presente no álcool combustível, uma vez que possuem finalidades diferentes, não se trata da mesma substância.
	(2C)	A palavra ÁLCOOL designa um grupo de substâncias e não uma substância específica.
	(3C)	O álcool etílico (etanol) é uma droga.
	(4C)	O processo de destilação, que é essencial no processo de purificação do etanol (álcool etílico), baseia-se na diferença de temperatura de ebulição das substâncias.
	(5C)	Durante o processo de produção do álcool etílico ocorre a transformação de açúcares em gás carbônico e etanol (álcool etílico) e outros produtos secundários.
	(6C)	Ocorrem transformações químicas durante a produção do etanol que são semelhantes às que ocorrem: na produção de pães nas padarias; na produção de queijos e iogurtes nos laticínios; no azedamento do leite em nossa casa.
	(7C)	O teor alcoólico das bebidas não destiladas é sempre mais elevado do que o teor alcoólico das bebidas destiladas, pelo fato das não destiladas não terem passado por nenhum processo de purificação.
	(8C)	O álcool e a água presente nas bebidas alcoólicas constituem uma mistura homogênea, o que pode ser justificado pela polaridade das moléculas. O álcool e a água são moléculas polares.
3	(1T)	Uma forma de sabermos a quantidade de álcool ingerida por um indivíduo é por meio de aparelhos como o bafômetro e o

		etilômetro.
	(2T)	O álcool etílico, no Brasil, é produzido, principalmente, a partir da cana de açúcar, mas pode ser produzido a partir de outras fontes de matéria prima como o milho, trigo, arroz e beterraba, por exemplo.
	(3T)	Não há diferença entre bebidas produzidas em alambiques e as produzidas em escala industrial, apesar de haverem diferenças no método de produção.
	(4T)	O processo de destilação é essencial no isolamento ou purificação do álcool etílico, portanto é um processo químico indispensável à produção das bebidas.
	(5T)	O processo de produção do etanol para bebidas ou combustíveis é bastante semelhante ao da produção do açúcar.
	(6T)	No teste do bafômetro, o álcool exalado provoca uma reação química que produz uma corrente elétrica, quanto maior a corrente elétrica, maior a ingestão de álcool.
	(7T)	É possível produzir álcool etílico a partir de resíduos gerados nas usinas de produção de álcool e açúcar (bagaço da cana), até mesmo de palhas da própria cana.
	(8T)	Para ser considerada uma bebida não alcoólica, obrigatoriamente, o teor alcoólico deve ser igual a zero, ou seja, a bebida não pode conter álcool.
	(9T)	A fermentação é responsável por transformar uma substância em outras mais simples devido a ação de leveduras e bactérias.
	(10T)	A fermentação que ocorre durante a produção do etanol é a mesma utilizada na produção do: pão, ácido ascórbico, vinagre e penicilina.
	(11T)	As bebidas alcoólicas podem ser produzidas não somente da cana de açúcar. Por exemplo, a partir da mandioca, vegetal bastante presente no nordeste brasileiro, produz-se uma bebida destilada com elevado teor alcoólico.
4	(1S)	Nossa sociedade possui problemas maiores a serem resolvidos como a saúde e a segurança pública, por exemplo, portanto o consumo de bebidas alcoólicas não deve ser uma preocupação para as instituições, pois afeta basicamente pessoas que fazem uso do álcool.
	(2S)	O álcool etílico não é considerado uma droga, pois não causa efeitos tão prejudiciais quando comparado a heroína e a cocaína, por exemplo.
	(3S)	A propaganda por diferentes meios de comunicação e a fácil disposição dessas bebidas pode incentivar o consumo das bebidas alcoólicas pela população.
	(4S)	O consumo das bebidas alcoólicas pode ser considerado um problema de saúde pública.
	(5S)	Quanto ao consumo de bebidas alcoólicas, ocorrendo moderadamente não implica em problema algum para o indivíduo ou terceiros.
	(6S)	As bebidas alcoólicas podem ser a porta de entrada para o consumo de substâncias agressivas ao organismo, que podem ser consideradas drogas ilícitas.

	(7S)	Em nosso país, a produção das bebidas alcoólicas tem raízes históricas e culturais que antecedem o período da colonização, ou seja, os indígenas já produziam alguma bebida com teor alcoólico.
	(8S)	O consumo de bebidas alcoólicas pode levar o indivíduo a desenvolver dependência à substância, tolerância e crises de abstinência.
	(9S)	Fatores sociais, como gênero, idade, status socioeconômico e etnia influenciam o consumo de bebidas alcoólicas.
	(10S)	As políticas públicas nacionais relacionadas ao consumo de álcool, como a legalidade, regulamentação e controle do álcool têm relevância na minimização dos impactos causados pelo consumo desse tipo de bebida.
	(11S)	É crime conduzir veículo automotor com a capacidade psicomotora alterada em função da ingestão de álcool ou outra substância.
	(12S)	O fato de os pais ingerirem bebidas alcoólicas pode influenciar os filhos a consumirem essas bebidas.
	(13S)	O teor alcoólico (quantidade de álcool presente nas bebidas), uma informação relevante para o consumidor saber sobre o produto adquirido, não está presente no rótulo das bebidas contendo etanol.
5	(A1)	A produção do álcool destinado às bebidas alcoólicas é bem menor quando comparado à produção do álcool destinado para combustíveis e outras finalidades, portanto a produção de bebidas alcoólicas não causa danos significativos ao meio ambiente.
	(A2)	A cana de açúcar preenche relativamente bem os espaços do terreno em que está plantada, dificultando o desenvolvimento de ervas invasoras, isso permite seu cultivo sem a necessidade do uso de agrotóxicos acarretando em menos riscos ambientais e aos humanos.
	(A3)	Quanto às embalagens das bebidas alcoólicas, as empresas deveriam colocar nos rótulos informações referentes ao descarte adequado desses materiais, para que o consumidor pudesse dar a destinação adequada dessas embalagens de forma a minimizar os impactos ambientais de seu descarte.
	(A4)	A indústria deveria embalar as bebidas alcoólicas em embalagens de vidro pelo fato de este material ter um percentual de reciclagem bem superior ao do alumínio no Brasil.
	(A5)	Um dos subprodutos gerados durante a produção do etanol ou açúcar pelas usinas é o vinhoto, material rico em matéria orgânica, que pode, diferentemente da maioria dos resíduos produzidos pelas indústrias, ser descartado diretamente nos rios ou represas para alimentação das espécies aquáticas (peixes, algas, bactérias, etc.).
	(A6)	Como boa parte das indústrias, durante a produção das bebidas alcoólicas ocorre a produção de efluentes líquidos que precisam ser descartados, no entanto, a grande vantagem dessa indústria é que esses efluentes líquidos não precisam de

		tratamento prévio ao descarte, pois não contém poluentes e não prejudicam o meio ambiente.
--	--	--

Fonte: Autor, 2025.

As respostas coletadas pelo instrumento foram registradas e tabuladas em uma planilha Excel. As análises foram feitas a partir da manifestação pelos estudantes e sua correlação com ideias consideradas corretas do ponto de vista científico ou tecnológico, para as afirmativas que tratavam de conceitos dessas naturezas. Para as demais afirmativas considerou-se as concepções manifestadas pelos estudantes, considerando-se suas experiências com as bebidas alcoólicas e suas percepções sobre drogas.

Após análise das respostas dos educandos ao instrumento, iniciou-se a construção de uma sequência de ensino que considerava as ideias prévias dos estudantes e planejada de acordo com os elementos organizadores de sequências de ensino CTSA sugeridos por Marcondes *et al.*, (2023).

5.2 Concepções prévias dos estudantes relacionadas à temática

Inicialmente, são apresentados os resultados relativos aos conhecimentos e concepções manifestados pelos estudantes. As respostas foram agrupadas em quatro categorias de análises: experiências dos educandos com as bebidas alcoólicas, percepções dos estudantes sobre drogas, seu consumo e suas consequências, transformações químicas e processos químicos na produção do álcool e aspectos CTSA relacionados às bebidas alcoólicas.

A maioria dos estudantes participantes da pesquisa teve contato precoce com as bebidas alcoólicas, declarando já ter experimentado alguma bebida contendo álcool apesar da menoridade, também afirmaram ter realizado a compra das bebidas sem a exigência de algum documento que comprovasse a maioridade.

Os estudantes demonstram compreender um pouco melhor os processos químicos do que as transformações químicas presentes na produção das bebidas alcoólicas, mas parecem confusos no que se refere ao objetivo desses processos durante a produção das bebidas.

5.3 Experiências dos Estudantes Relacionadas às Bebidas Alcoólicas

Os dados obtidos com o instrumento evidenciam a precocidade do contato dos estudantes com bebidas alcoólicas. Dentre os 145 estudantes respondentes ao instrumento, 97 declararam ser menores e ter experimentado algum tipo de bebida alcoólica (Item 2P). Esse contato prematuro dos estudantes com esse tipo de bebida corrobora os resultados obtidos por Aquino *et al.* (2019), que investigaram o consumo de bebidas alcoólicas por estudantes de escolas públicas no Recife.

Aproximadamente 85% (Itens 2P x 11P) dos estudantes que afirmaram já ter experimentado bebidas alcoólicas, também afirmaram que seus pais consomem ou já consumiram esse tipo de bebida, o que aponta para uma possível relação entre consumo de bebidas alcoólicas por parte dos participantes da pesquisa e o fato de seus pais consumirem esse tipo de bebida. Essa associação é apontada em diversas pesquisas (Cavalcante *et al.*, 2008; Moreno; Ventura; Brêtas, 2009; Sancho *et al.*, 2011; Veiga *et al.*, 2016) apontam a influência parental como incentivo ao consumo das bebidas. Para os autores, os pais têm forte influência no comportamento de sua prole, assim, o fato de os pais consumirem esse tipo de bebida, ainda que de modo esporádico pode influenciar os filhos a fazerem uso delas.

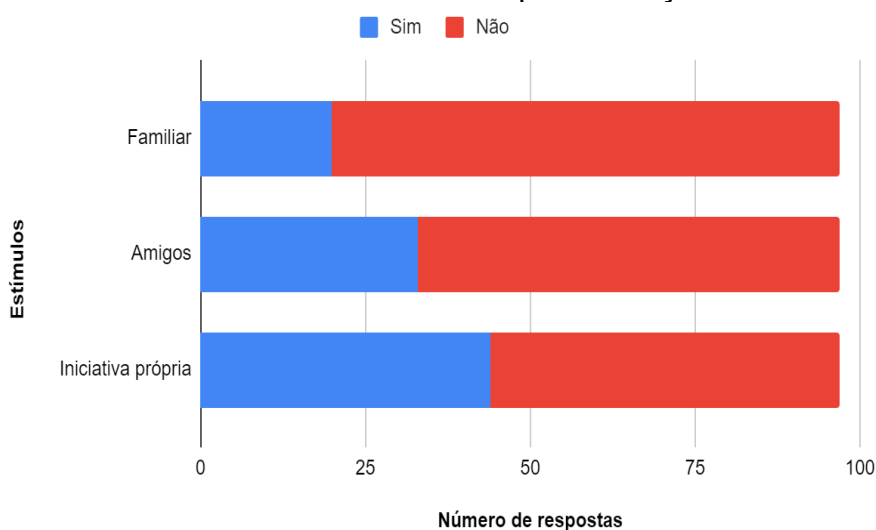
Considerando os estudantes que afirmaram ter experimentado bebidas alcoólicas, aproximadamente 63% pontuaram que já efetuaram compras, para si ou terceiros, de bebidas alcoólicas em algum estabelecimento comercial sem a exigência de algum documento de identificação por parte comerciantes para confirmação maioridade (Itens 6P x 7P), evidenciando a facilidade existente para a aquisição desse tipo de bebida e o descumprimento da lei Nº 8.069, de 13 de julho de 1990 que trata do Estatuto da Criança e do Adolescente, que proíbe a venda desse tipo de bebidas para menores de 18 anos (Brasil, 1990).

Dentre os estudantes menores que afirmaram ter experimentado alguma bebida alcoólica e ter realizado a compra de tais bebidas, somente 02 afirmaram que foram cobrados quanto a documentação no ato da compra.

Entretanto, este não é o único fator responsável por possibilitar o contato precoce dos menores com esse tipo de bebida (Gráfico 1). Entre os estudantes participantes da pesquisa, 34% (Item 3P) afirmaram que seus amigos os incentivaram a experimentá-las pela primeira vez, e como principais motivações, alegaram o alívio de problemas, a integração a um grupo de amigos ou diversão (Gráfico 2). A adolescência é uma fase da vida humana bastante compartilhada com colegas que, inevitavelmente, podem influenciar o comportamento de seus pares (Sancho *et al.*,

2011).

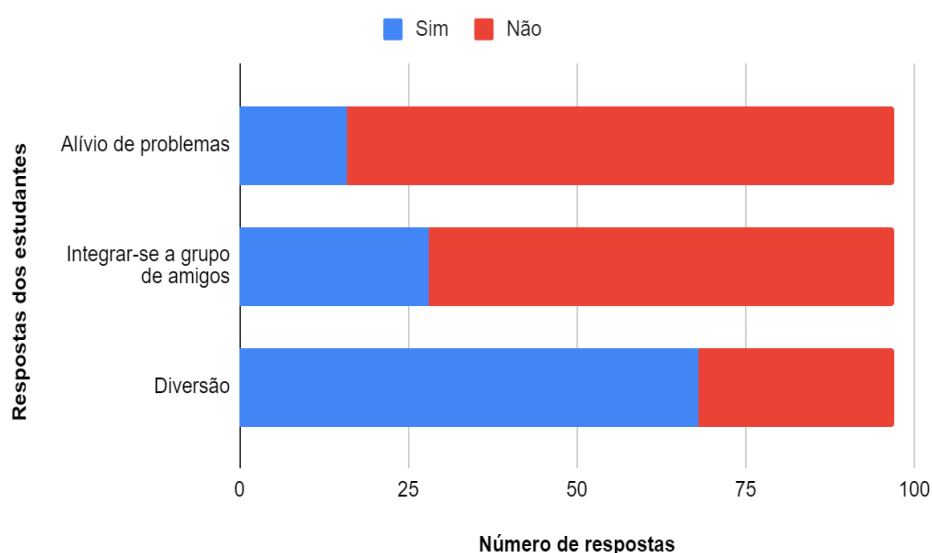
Gráfico 1. Primeiros estímulos a experimentação do álcool



Fonte: Autor, 2025.

No entanto, uma parcela significativa dos estudantes afirmou que o ato de experimentar as bebidas surgiu por iniciativa própria (45%), talvez alimentado pela própria curiosidade.

Gráfico 2. Principais motivos influenciaram os estudantes ao consumo de álcool



Fonte: Autor, 2025.

Há alguns fatores que facilitam o acesso de adolescentes às bebidas contendo álcool como o baixo preço, a ampla disponibilidade das bebidas, pois é possível

adquiri-las para consumo imediato até mesmo em postos de combustíveis. Cavalcante *et al.* (2008) acrescentam à lista a crescente produção industrial de bebidas alcoólicas e o forte apelo dos meios de comunicação em favor do consumo por indivíduos de todas as classes sociais. Esse conjunto de fatores potencializa o risco de problemas relacionados ao consumo de álcool na adolescência (Romano *et al.*, 2007), apesar das restrições legais impostas ao comércio e consumo desses produtos.

A maioria dos estudantes que faz uso das bebidas contendo álcool, aproximadamente 61%, apontou que o principal motivo para consumo é a diversão, que o fazem principalmente em festas e comemorações.

5.4 Percepções dos Estudantes Sobre Drogas, Consumo e Consequências

Dentre os estudantes que afirmaram ter experimentado bebida alcoólica, 56% consideraram-na como sendo uma droga (2P x 3C); entre os estudantes que afirmaram nunca ter experimentado esse tipo de bebida, 52% consideraram-na como sendo uma droga (2P x 3C). Não há uma diferença significativa entre os que experimentaram alguma bebida alcoólica e os que não experimentaram quanto a "caracterização" do etanol como sendo uma droga. Talvez, o conceito de droga não seja compreendido adequadamente entre o conjunto de estudantes que participou da pesquisa ou isso não é importante no momento do estudante tomar a decisão de ingerir ou não esse tipo de bebida. Talvez, por não ser uma droga ilícita, atrelado ao fato de os educandos conseguirem adquiri-la sem dificuldades, faz com que a bebida alcoólica não seja reconhecida como droga por eles. No quadro 11, trazemos uma síntese das ideias manifestadas pelos estudantes e o número absoluto de manifestações sobre o álcool e sua caracterização como droga.

Quadro 11. Principais ideias dos estudantes sobre drogas

Ideias dos estudantes sobre o álcool e sua caracterização como drogas				
Fazem uso de bebida alcoólica e consideram o álcool uma droga	Não fazem uso de bebida alcoólica e consideram o álcool uma droga	Convivem com pessoas que consideram dependentes do de bebidas alcoólicas	Convivem com dependentes do de bebidas alcoólicas e consideram o álcool uma droga	O consumo moderado de álcool não implica em problemas à saúde
54	25	117	78	76

Fonte: Autor, 2025.

Dentre os 97 estudantes que afirmaram já ter experimentado alguma bebida contendo álcool, 78 deles (80,4%) têm pessoas próximas que consideram ser dependentes do consumo de bebidas alcoólicas (2P x 8P). Essa relação entre pessoas próximas ao estudante e o consumo desse tipo de bebida pode facilitar o contato deles, ainda que menores, com o álcool. Isso pode tê-los influenciado ou levá-los a experimentá-las. No entanto, para Andrade e Oliveira (2009) algumas pesquisas têm apontado que o uso leve a moderado pode assumir um papel protetor à saúde, especialmente quanto ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Entretanto, 47% dos respondentes consideram os efeitos positivos do consumo moderado de álcool no organismo (item 5S).

5.5 Transformações Químicas e Processos Químicos na Produção do Álcool

Quanto aos itens relacionados às transformações químicas, TQ, (itens 5C, 6C, 6T, 9T e 10T), os estudantes participantes da pesquisa apresentam maiores dificuldades em apresentar respostas cientificamente aceitáveis (Quadro 12).

Tradicionalmente, no currículo de Pernambuco, estuda-se TQ no primeiro ano do Ensino Médio, etapa já ultrapassada pelos respondentes, portanto, esperava-se que os estudantes mobilizassem uma maior quantidade de conhecimentos aceitáveis para itens que continham esse foco.

Quadro 12. Principais ideias dos estudantes sobre os processos químicos e tecnológicos na produção das bebidas

Itens com foco nas transformações químicas e destilação na produção de etanol				
Item	Na fermentação ocorre a transformação de uma substância em outras mais simples	O processo de destilação baseia-se na diferença de temperatura de ebulição das substâncias	O teor alcoólico das bebidas não destiladas é maior que o das não destiladas	A fermentação na produção do etanol é semelhante à que ocorre na produção dos pães e da penicilina
Respostas aceitáveis	30%	69%	35%	24%

Fonte: Autor, 2025.

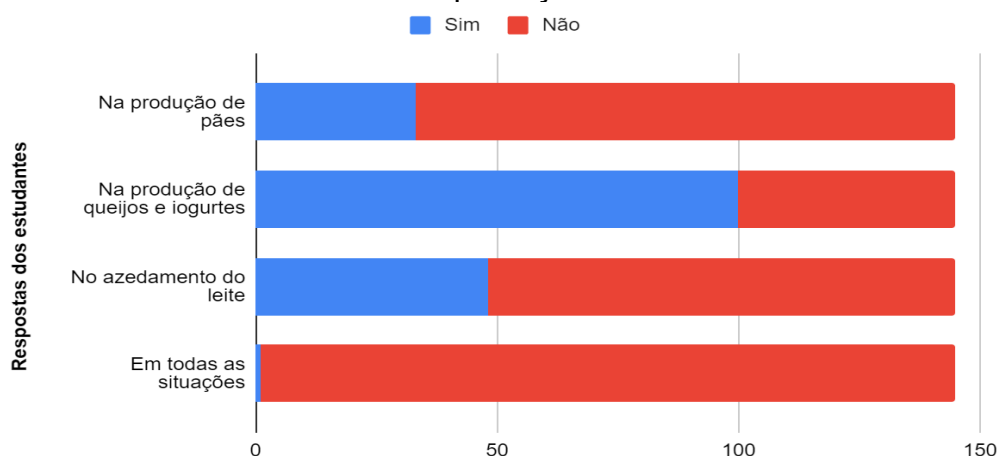
A dificuldade em apresentar respostas cientificamente aceitas para tais itens podem estar relacionada ao fato do estudo do conceito de TQ exigir dos educandos um maior esforço para sua compreensão devido à maior demanda por capacidade de abstração (Vaciloto; Paulino; Marcondes, 2019). Para Silva, Souza e Marcondes

(2008), o estudo das TQs é essencial para a aprendizagem da química, no entanto, também apontam para a complexidade relacionada à sua aprendizagem.

A maioria dos educandos apresentou ideias alternativas às científicas aos itens que destacam os processos fermentativos essenciais à produção dos pães nas padarias, à produção de queijos e iogurtes nos laticínios e o azedamento do leite em nossas residências (Item 6C, 9T e 10T), assim, os respondentes parecem não reconhecer as similaridades entre as situações propostas. Os estudantes apontaram ainda que na fermentação, uma substância mais complexa é sempre convertida em outras mais simples (Gráfico 3), no entanto em processos fermentativos de produção de fármacos pode ocorrer o inverso (item 9T). Para Pozo e Crespo (2009), em diversas situações, os estudantes também não conseguem diferenciar transformações químicas das físicas. Vale salientar que a fermentação é conteúdo também estudado em outras disciplinas escolares.

Pozo e Crespo (2009) apontam para diversos problemas relacionados às dificuldades no ensino e na aprendizagem de ciências e sugerem o que chama de crise da educação científica. Para os autores, a maioria dos “estudantes aprende cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem” (Pozo e Crespo, 2009, p. 15). Os autores destacam a falta de motivação dos estudantes como um dos problemas para a aprendizagem de ciências. Os autores salientam que, em parte das vezes, os estudantes sabem fazer as coisas, mas não compreendem o que fazem, tampouco conseguem explicá-las ou aplicá-las em novas situações.

Gráfico 3. Concepções manifestadas sobre a ocorrência de Transformações Químicas durante a produção de etanol



Fonte: Autor, 2025.

Os educandos parecem conhecer bem o processo de destilação, estudado

tradicionalmente no 1º ano do Ensino Médio em Separação de Misturas, quando identificaram que este processo baseia-se na diferença de temperatura de ebulição das substâncias, no entanto, parecem não compreender sua finalidade nas aplicações industriais, como na produção das bebidas alcoólicas, pois parte considerável dos estudantes consideraram que as bebidas não destiladas possuem teor alcoólico mais elevado que as destiladas.

Santos e Schnetzler (1997) destacam a aprendizagem de conceitos químicos como importantes para construção da cidadania, à compreensão dos avanços científicos e a participação do indivíduo na sociedade. “O estudo das transformações químicas contribui para o entendimento do impacto causado pelo avanço da indústria química moderna no meio ambiente” (Schnetzler; Rosa, 1998). Para as autoras, a compreensão das TQs nos permite entender muitos processos que ocorrem em nosso cotidiano, o que pode contribuir para que o estudante possa estabelecer relações mais eficazes entre o conhecimento científico estudado nas escolas e seu dia a dia.

5.6 Aspectos CTSA Relacionados às Bebidas Alcoólicas

Os itens do instrumento foram classificados de acordo com sua ênfase em quatro grupos quanto aos aspectos Científicos, Tecnológicos, Sociais e Ambientais e as respostas obtidas, analisadas quanto às concepções manifestadas pelos respondentes e quanto a ideias aceitas do ponto de vista científico, tecnológico, social e ambiental (Figura 6).

Os itens com ênfase nos aspectos sociais relacionados ao consumo de bebidas alcoólicas tiveram um percentual de respostas aceitáveis mais elevado, quando comparados aos percentuais de respostas adequadas dos itens com ênfase nos demais aspectos, possivelmente pelo fato de esse tipo de bebida estar bastante presente no cotidiano dos respondentes (Bastos *et al.*, 2017).

Os itens com aspectos ambientais receberam um menor percentual de respostas aceitáveis. A maioria dos estudantes, 60% deles, apontou que o processo produtivo das bebidas não provoca danos significativos ao meio ambiente, pois a maior produção de etanol é destinada a outros fins (item 1A), assim, os danos ambientais dessa cadeia produtiva seriam, para eles, insignificantes. A maioria dos educandos também não apresentou respostas consideradas adequadas do ponto de vista ambiental para itens relacionados à reciclagem das embalagens (itens 3A e 4A)

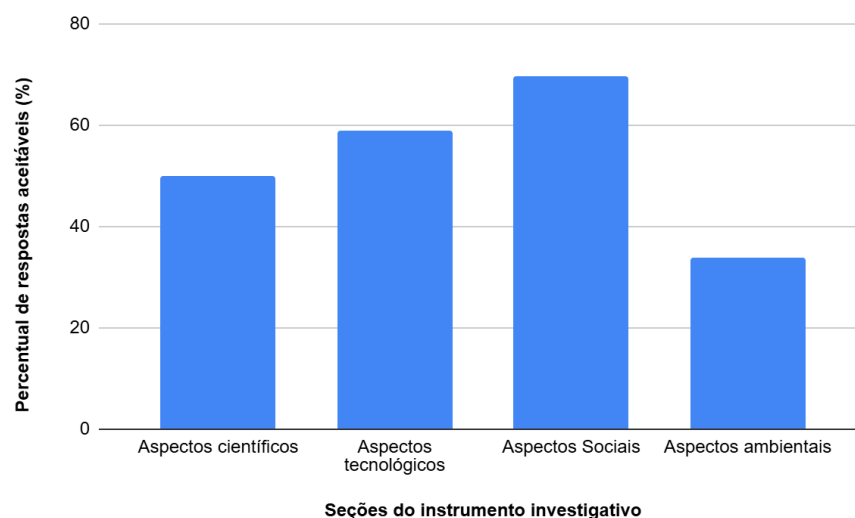
e ao descarte dos resíduos gerados por essa indústria.

Os dados obtidos para os itens com aspecto focal no meio ambiente podem ser o reflexo de estes não constituírem parte dos conhecimentos específicos tradicionalmente abordados em sala de aula, ou quando abordados, ocorrem de maneira superficial, não permitindo ao estudante tecer relações que não sejam apenas científicas (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Para Ayres-Pereira, Marcondes e Carmo (2022), comumente, os professores dão prioridade aos conteúdos e conceitos relacionados ao aspecto científico e menos importância aos aspectos sociais e ambientais. Assim, o debate em sala não é incentivado e isso pode impactar negativamente na formação cidadã, dificultando uma visão de mundo mais ampla, pois o estudante dificilmente vai relacionar os conteúdos estudados para maior compreensão do meio que o rodeia.

Os aspectos científicos (itens 1C a 8C) e tecnológicos (itens 1T a 11T) tiveram número de itens que apresentaram respostas consideradas adequadas, do ponto de vista da ciência e tecnologia bem próximos, e intermediário aos itens com aspectos ambientais e sociais. Essa proximidade entre os percentuais de respostas consideradas adequadas para esses aspectos pode estar relacionada ao fato de o currículo de Pernambuco contemplar conteúdos presentes nesses itens na etapa inicial do Ensino Médio.

Gráfico 4. Relação de respostas aceitáveis para os aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente



Fonte: Autor, 2025.

No entanto, apesar da elevada manifestação de conhecimentos adequados para esses aspectos, a maioria dos educandos parece demonstrar que não compreende o papel da destilação no processo de produção das bebidas destiladas (item 7C), visto que 64,8% dos educandos acreditam que os fermentados que não passam por processos de purificação possuem maior teor alcoólico que as bebidas destiladas, o que pode estar relacionado a um distanciamento entre a ciência que é ensinada na escola e a aplicação desta no cotidiano dos educandos (Camacho *et al.*, 2023). Alguns dos itens com ênfase nos aspectos científicos relacionados aos álcoois são historicamente contemplados apenas no último ano do Ensino Médio pelo currículo do referido estado (item 2C).

Marcondes, Ayres-Pereira, Akahoshi e Souza (2023) afirmam que a quantidade de conteúdos curriculares e o número limitado de aulas de Química no Ensino Médio também contribuem para o não aprofundamento de conteúdos nas aulas, o que pode comprometer o desempenho da aprendizagem dos estudantes, visto que o número de aulas destinado à disciplina Química é bastante resumido, o que tem piorado com a redução de horas aulas da disciplina imposta pela recente reforma do Ensino Médio. Ayres-Pereira, Marcondes e Carmo (2022) acrescentam que a resistência de professores ao incremento de conceitos relacionados a aspectos sociais e ambientais pode estar relacionada às próprias concepções acerca da importância destes aspectos.

5.7 Construção da sequência de ensino

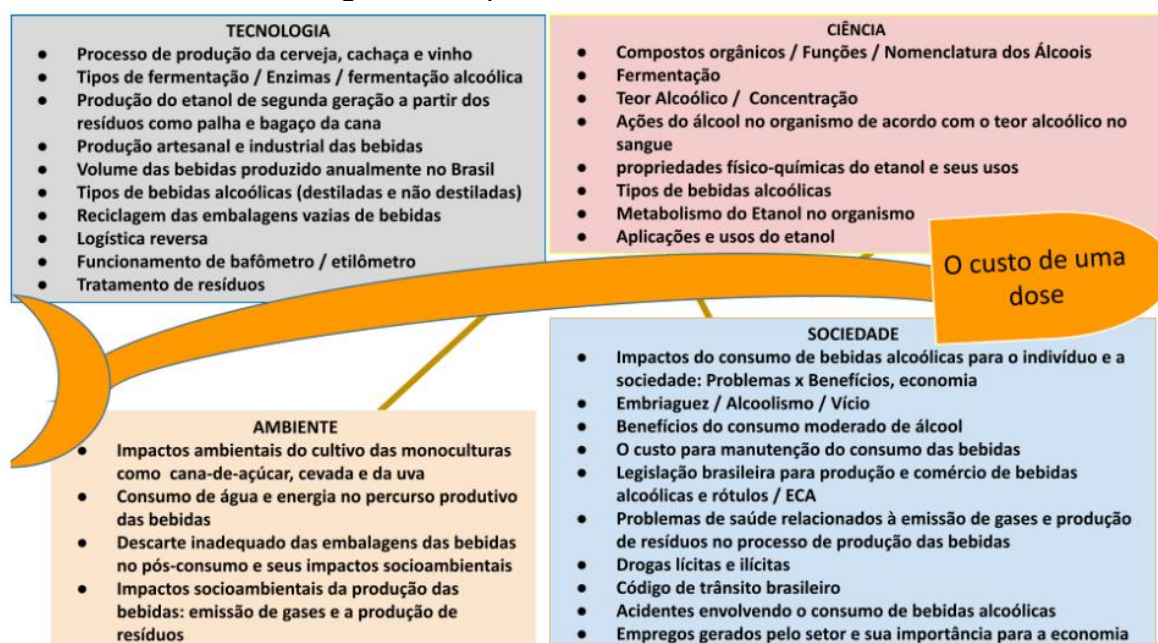
A SE foi intitulada “O Custo de Uma Dose” foi inicialmente organizada em um total de 08 aulas, tendo sido planejada considerando as ideias iniciais dos estudantes em relação ao tema e com o auxílio dos organizadores pedagógicos apontados por Marcondes *et al.*, (2023) e Ayres-Pereira, Marcondes e Carmo (2022) para sequências de ensino com a abordagem CTSA, como a seleção de temas e situações-problema, diagrama de conteúdos CTSA (espinha e quadrado CTSA), o esquema metodológico de Aikenhead para o ensino CTS e a seleção de habilidades de pensamento) além dos três MPs sugeridos por Delizoicov *et al.* (2002).

Após a escolha da temática, ocorreu a construção da espinha de conteúdos CTSA (Figura 7), na qual foi listada uma ampla gama de conteúdos relacionados à

temática das aulas a serem ministradas (Ayres-Pereira; Marcondes; Carmo, 2023; Marcondes *et al.*, 2023). Em seguida, ocorreu a formulação de uma questão-problema que visava o desenvolvimento de habilidades de pensamento de ordem elevada nos estudantes (Suart e Marcondes, 2009). Por fim, ocorreu a seleção dos conteúdos considerados essenciais à resolução da questão problema, dispostos no quadrado de conteúdos CTSA (Figura 8), e posteriormente distribuídos no esquema metodológico para o ensino CTS proposto por Aikenhead (1994).

A construção de uma Situação Problema (SP) visou o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas como a capacidade de analisar, sintetizar, de levantar hipóteses frente a determinadas situações, de propor caminhos para a solução de problemas, de fazer julgamento e tomar decisões de cunho pessoal e coletivo relacionadas à situações de natureza social e ambiental que demandam ancoragem no conhecimento científico (Suart; Marcondes, 2009). Nesse sentido, Díaz (1996) argumenta que uma das estratégias de ensino aprendizagem utilizada no Ensino de Ciências CTSA é a resolução de problemas em aberto, incluindo a tomada de decisão fundamentada e democrática.

Figura 4. Espinha de conteúdos CTSA



Fonte: Autor, 2025.

A SP foi apresentada aos estudantes na primeira aula da sequência de ensino e sempre lembrada nas aulas posteriores. Durante as aulas os estudantes foram

apresentados a conceitos que atuaram como subsídios para resolução da situação problema.

Foi proposta aos estudantes a seguinte SP: *A cerveja, a cachaça e o vinho são, respectivamente, as três bebidas alcoólicas mais consumidas no Brasil, é o que diz uma reportagem exibida pelo G1, disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/brasil-e-o-10-maior-mercado-de-vodca-a-bebida-anfitriã-da-copa.ghtml>.*

Em artigos jornalísticos, como o citado acima, comumente encontra-se matérias vinculando estudos científicos ao consumo de bebidas alcoólicas, e em meio a todo esse material, é possível encontrar matérias que apontam alguns aspectos positivos do consumo do álcool, entretanto, há também artigos jornalísticos que relatam aspectos negativos relacionados ao consumo dessas bebidas.

Figura 5. Quadrado de conteúdos CTSA

CIÊNCIA	Função orgânica álcool; Fermentação; Teor alcoólico; Propriedades físico-químicas do etanol; Tipos de bebidas alcoólicas; metabolismo do etanol no organismo; Drogas Naturais e sintéticas.	SP	SOCIEDADE
	Processo de produção da cerveja, cachaça e vinho; Fermentação alcoólica; Destilação. Etanol 2G; Reciclagem e logística reversa das embalagens vazias das bebidas.		Alcoolismo; Consequências do consumo abusivo e moderado de álcool; Drogas lícitas e ilícitas; ECA e CTB; Tomada de decisão quanto ao consumo de álcool; Proposição de ações que minimizem os impactos socioambientais da produção e consumo de bebidas alcoólicas.
TECNOLOGIA			AMBIENTE

Fonte: Autor, 2025.

i - Com os conhecimentos que você possui, quais são os pontos positivos e os negativos do consumo das bebidas alcoólicas? Você acha que os pontos positivos compensam os negativos?

ii - Os impactos ambientais da produção da cerveja, da cachaça e do vinho são semelhantes? Qual dos processos de produção provoca mais impactos ambientais?

iii - Há impactos socioambientais no descarte das embalagens das bebidas alcoólicas? Se houver, esses impactos são semelhantes?

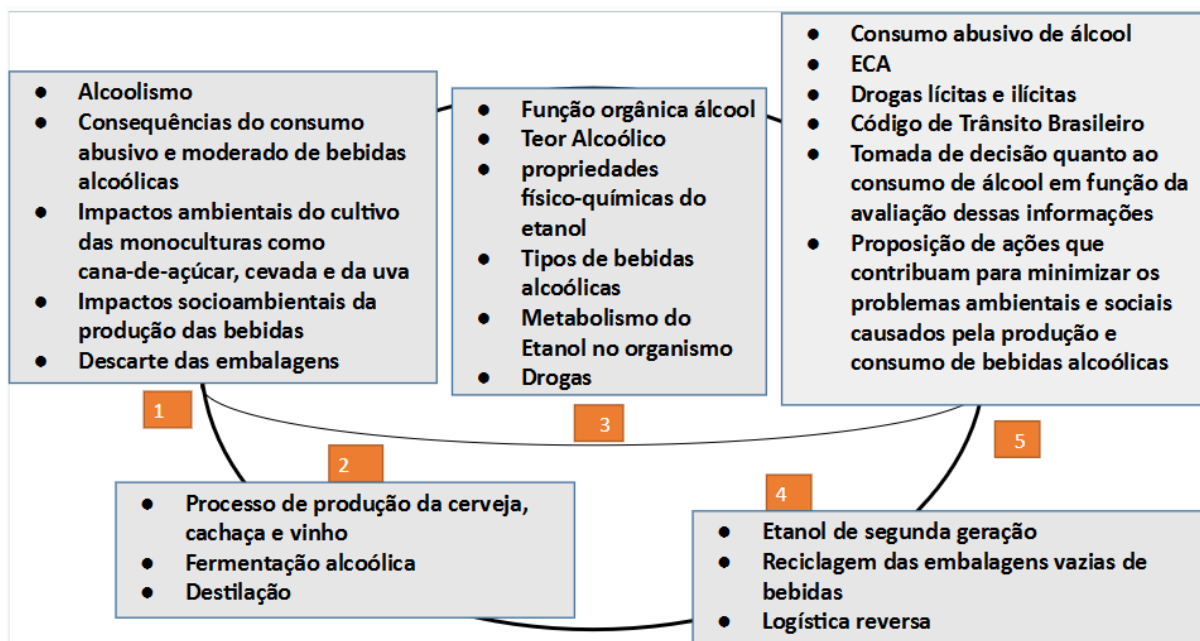
iv - Nós podemos contribuir para minimizar os impactos ambientais, causados pela

produção de bebidas alcoólicas e os impactos à saúde e sociais causados pelo consumo dessas bebidas? O que você sugere?

Considerando as demandas cognitivas exigidas em atividades propostas aos educandos apontadas por Suart e Marcondes (2009) e o desenvolvimento de habilidades de pensamento a elas relacionadas, na SP, consideramos que os itens i, ii, iii e iv possuem demanda cognitiva P3, pois os educandos, em sua resolução necessitam mobilizar habilidades cognitivas como avaliar condições e propor soluções para o problema e fazer inferências, ainda, sendo instigados a execução das ações que propuserem no item iv, o que requer a tomada decisões.

A SE foi planejada considerando o esquema metodológico para o ensino na perspectiva CTS proposto por Aikenhead (1994), (Figura 6). No modelo, a temática abordada deve emergir de contextos sociais e que estejam relacionadas à tecnologia, ao ambiente e suas interrelações com a Ciência (Akahoshi, 2012). Em tal diagrama, apontou-se os conteúdos essenciais para a resolução da SP, embasados nos conhecimentos pré-existent no cognitivo dos educandos, e que devem ser abordados em sala de aula.

Figura 6. Organização dos conteúdos no Diagrama de Aikenhead



Fonte: Autor, 2025.

Assim, optou-se por iniciar as aulas da sequência por meio do primeiro MP de Delizoicov *et al.* (2002), a problematização inicial com questões como as

consequências do consumo das bebidas, os impactos à sociedade e ao meio ambiente de toda cadeia produtiva, desde a agricultura até a produção industrial. No que tange à dimensão ambiental, os estudantes levantaram questões relativas ao descarte inadequado de embalagens, ao desmatamento para a produção de insumos agrícolas e à geração de resíduos industriais. Por outro lado, como aspectos positivos, destacaram a contribuição do setor para a economia local, com a geração de empregos e estímulo ao comércio, o que resultou numa maior compreensão dos impactos ambientais e sociais associados.

Esse momento fez com que os educandos mobilizassem algumas ideias e pensamentos que não foram apontadas no instrumento que buscou suas concepções prévias relacionadas ao tema. Para isso, inicialmente, os estudantes foram postos frente à situações em que necessitam de novos conhecimentos para compreendê-las adequadamente, pois expressam explicações contraditórias e divergentes relacionadas ao problema e situações propostas. É possível, que nesse momento, tenha ocorrido o primeiro conflito cognitivo nos educandos, consequentemente, é possível que tenham identificado as possíveis limitações nos conhecimentos externados, o que pode tê-los instigados ao estudo dos novos conceitos apresentados nas aulas subsequentes.

No segundo momento do diagrama, a tecnologia, optou-se por estudar conteúdos e conceitos que facilitem a compreensão do tema e da questão problema da proposta de ensino, como os processos de produção das bebidas e as formas como estes podem acontecer. No terceiro momento, planejou-se o estudo de conteúdos e conceitos relacionados ao conhecimento científico que possibilitem a compreensão e resolução da questão problema como composto orgânico álcool, teor alcoólico, tipos de bebidas alcoólicas e metabolismo do etanol no organismo humano. No retorno à tecnologia, buscou-se o estudo de conceitos que ajudem na solução da questão problema, o aproveitamento dos resíduos da produção do etanol, a reciclagem e logística reversa. Por fim, no retorno à sociedade e ao meio ambiente, planejou-se o estudo das consequências do consumo moderado e abusivo das bebidas alcoólicas, da legislação como o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e do Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

A sequência de ensino, passando por todos os momentos do esquema metodológico de Aikenhead, pode ter contribuído para que os estudantes tenham desenvolvido uma visão ampliada ou modificada do problema, quando comparada às

ideias iniciais que possuíam, que tenha contribuído para o desenvolvimento de habilidades para apontar soluções e a tomada de decisões fundamentadas diante da situação problema inicialmente proposta.

Durante a aplicação das aulas da SE, alguns estudantes expressaram ideias alternativas às cientificamente aceitas. Por exemplo, em um dos experimentos que tratava das propriedades físico-químicas do etanol, alguns estudantes mencionaram uma leve redução no volume do álcool após o resfriamento no experimento realizado e a expansão do volume da água após passar pela solidificação. Quando questionados sobre o motivo dessa redução do volume do etanol, um estudante respondeu que “*o tamanho das moléculas diminuiu com o abaixamento da temperatura,*” o que na visão dele, provocou a contração do volume. Em virtude de ter-se observado a ideia alternativa relacionada à expansão e contração dos volumes da água e do etanol respectivamente, optou-se por buscar o uso de um simulador virtual, o *PhetColorado*, para esclarecimentos sobre o fenômeno na aula subsequente.

Observou-se também, que os estudantes, na maioria das vezes, usaram os conceitos de evaporação e ebulição como se fossem sinônimos. Assim, buscou-se conceituar tais conceitos durante a realização do experimento da destilação do mosto fermentado.

5.8 Avaliação por Pares da Sequência de Ensino

Inicialmente, os conteúdos presentes no esquema metodológico de Aikenhead foram distribuídos num total de oito aulas, organizadas no PowerPoint e armazenadas numa pasta do *Google Drive*.

Após a elaboração, as aulas da SE passaram por uma avaliação por pares antes da aplicação em sala de aula. Esta teve como objetivo a melhora na qualidade das aulas planejadas mediante as críticas e sugestões de outros profissionais da mesma área de conhecimento que analisaram o material. A revisão do material por pares contribuiu para o enriquecimento das aulas planejadas, trazendo novas ideias e abordagens, o que permitiu identificar possíveis lacunas e inconsistências nos conteúdos e na estrutura, aspectos que o autor do material pode não ter percebido e que puderam ser aprimorados antes da aplicação em sala de aula. Isso pode propiciar aos estudantes uma aprendizagem mais eficaz dos conceitos e conteúdos que foram planejados (Cardoso *et al.*, 2024).

A avaliação ocorreu por meio de um instrumento nos formulários Google. Como forma de resposta aos itens que constituíam o instrumento, optou-se pela escala Likert com 05 opções de resposta: nenhuma, fraca, média, boa e excelente. O instrumento não coletava informações de natureza pessoal dos respondentes e era dividido em 04 seções: situação problema e aspectos CTSA, composição da Sequência de Ensino, conhecimentos presentes na Sequência de Ensino, organização das atividades e avaliação.

A avaliação da SE foi realizada por 05 professores. O material foi bem avaliado pelos profissionais (Quadro 13), com exceção para o quesito temporal. A opção *nenhuma* não foi escolhida para nenhum dos itens analisados, por isso, foi retirada do quadro de avaliação, para as demais opções (fraca, média, boa e excelente) optamos por apresentar os percentuais referentes aos votos destinados pelos avaliadores.

Quadro 13. Avaliação por pares da Sequência de Ensino

Seção 01: Situação-problema e aspectos CTSA				
Item	Avaliação			
Ao ler a sequência de ensino como você identifica a presença de conceitos de natureza:	Fraca	Média	Boa	Excelente
Ciência	-	-	20%	80%
Tecnologia	-	-	20%	80%
Sociedade	-	-	20%	80%
Ambiente	-	-	-	100%
Como você avalia a relação entre os conceitos CTSA presentes na sequência de ensino e a situação problema proposta aos educandos?	Avaliação			
	Fraca	Média	Boa	Excelente
Ciência	-	-	20%	80%
Tecnologia	-	-	60%	40%
Sociedade	-	-	20%	80%
Ambiente	-	-	20%	80%
Como você avalia a relação entre as atividades propostas em cada aula e a situação problema?	Avaliação			
	Fraca	Média	Boa	Excelente
Estudo do rótulo das embalagens das bebidas alcoólicas.	-	-	20%	80%
Experimento: fermentação alcoólica.	-	-	20%	80%
Experimento: a destilação do mosto fermentado.	-	-	20%	80%
Experimento: propriedades e aplicações do etanol.	-	20%	-	80%
Efeitos do consumo de álcool e do descarte das embalagens das bebidas.	-	-	20%	80%

Consequências do consumo de bebidas alcoólicas e sua classificação como droga.	-	20%	20%	60%
Seção 02: Composição da sequência de ensino				
Como você avalia a estruturação e a organização das aulas da sequência de ensino em relação a:	Avaliação			
	Fraca	Média	Boa	Excelente
A relevância dos recursos e materiais de ensino.	-	-	20%	80%
Oportunidades para avaliação dos educandos.	-	-	60%	40%
A conformidade das atividades propostas em relação à temática.	-	-	20%	80%
A coerência dos conteúdos em relação à temática.	-	-	40%	60%
Adequação do tempo segundo as atividades da proposta para sua executabilidade.	20%	-	40%	40%
Seção 03: Conhecimentos presentes na Sequência de Ensino				
Como você avalia os conteúdos e conceitos presentes na sequência de ensino, sua relação com o tema e a pertinência da temática por meio da:	Avaliação			
	Fraca	Média	Boa	Excelente
A capacidade de alcance dos objetivos da sequência de ensino por meio das atividades propostas.	-	-	40%	60%
A pertinência dos conteúdos presentes na sequência de ensino.	-	-	40%	60%
A capacidade de promover o desenvolvimento de atitudes e valores nos educandos.	-	-	60%	40%
Promoção da cidadania e da sustentabilidade ambiental.	-	-	40%	60%
A importância da abordagem da temática.	-	-	20%	80%
A diversidade de conteúdos científicos relacionados ao tema socioambiental apresentado.	-	-	40%	60%
A diversidade de estratégias de ensino.	-	-	40%	60%
As inter-relações entre os conteúdos.	-	-	40%	60%
Seção 04: Organização das atividades e avaliação				
Como você avalia as metodologias de ensino presentes na sequência de ensino, as propostas de avaliação dos estudantes e da sequência de ensino em relação aos seguintes aspectos:	Avaliação			
	Fraca	Média	Boa	Excelente
A organização das atividades da sequência de ensino.	-	-	40%	60%
Propostas de atividades para fins de avaliação dos estudantes.	-	-	-	100%

Fonte: Autor, 2025.

Ao final das seções do instrumento, os professores responderam duas perguntas em aberto. A primeira pergunta: você, professor(a) da área de Ciência da Natureza, utilizaria esta proposta de sequência de ensino em suas aulas? Justifique sua resposta.

Para esta pergunta, os profissionais foram unânimes em afirmar que usariam a SE em suas aulas, para um dos respondentes, *“a sequência traz uma temática bastante pertinente e comum à realidade de muitos estudantes, o que justifica seu debate na escola”*, para que os educandos possam ampliar suas visões do problema e, se necessário, possam tomar decisões baseadas e fundamentadas em princípios de ciência e tecnologia.

Outro professor, destacou a abordagem contextualizada das aulas da sequência de ensino, ao afirmar que *“a proposta traz uma abordagem importante sobre os processos de produção de bebidas alcoólicas, bem como os impactos sociais e ambientais de sua produção.”* Aulas com essa abordagem podem possibilitar aos educandos uma formação cidadã concomitantemente à aprendizagem de conteúdos científicos (Silva, 2007), assim, os conteúdos e conceitos abordados na escola podem tornar-se mais interessantes e significativos aos estudantes. Outro profissional fez ressalvas no uso da sequência de ensino diante do número de aulas que ele possui. Para o docente, isso é um empecilho diante da redução do número de aulas para as disciplinas tradicionais ao currículo do Ensino Médio brasileiro.

A percepção dos professores quanto à presença da contextualização nas aulas, pode tê-los motivado a avaliar os itens de ciência, tecnologia e sociedade como boa e excelente. O item ambiental, teve avaliação excelente. A presença mais densa dos aspectos ambientais na sequência remonta às concepções iniciais dos estudantes, pois apresentaram maiores dificuldades de mobilizá-las no instrumento que levantou tais ideias, fazendo com que esses itens recebessem o menor percentual de respostas ambientalmente aceitáveis pelos estudantes respondentes ao instrumento. Para um dos professores, a proposta de abordagem do tema contempla diversas áreas envoltas ao objeto, reforçando a interdisciplinaridade dos conceitos nas aulas. Outrossim, um professor destaca que *“a sequência pode auxiliar o estudante no direcionamento para a construção consciente das aprendizagens almejadas.”*

A segunda pergunta aberta: *Indique, em sua opinião, os pontos fracos e fortes que você identificou na SE. Sugira mudanças para minimizar os pontos fracos*

observados. Os professores apontaram o tempo planejado para as aulas como sendo um ponto fraco. “*Acredito que o tempo seja um ponto fraco a ser melhorado, pois o conteúdo é bem complexo e talvez exija mais tempo para aprofundamento.*” Outro professor sugere a redução da quantidade de atividades, visto que a demanda por número de aulas necessárias à aplicação da sequência de ensino seria alta. Como ponto forte, um dos respondentes destacou a interligação entre diversas áreas do conhecimento na proposta.

Diante das contribuições dos profissionais que realizaram a avaliação das aulas da sequência de ensino, algumas reformulações tornaram-se imprescindíveis visando a melhoria da qualidade do material, a otimização do tempo e o alcance dos objetivos desejados. Dentre as mudanças destacamos a ampliação do número de aulas para nove (Quadro 14), e a retirada de alguns conceitos que foram considerados menos relevantes à resolução da SP. Também, diante das avaliações, ocorreram modificações na atividade da aula 04, propriedades e aplicações do etanol, visando maiores contribuições à resolução para SP.

Quadro 14. Planejamento da Sequência de Ensino

Aula	Conteúdo	Objetivos
01	Levantamento das concepções prévias relacionadas à temática; Consequências do consumo abusivo e moderado de bebidas alcoólicas Impactos socioambientais do consumo e produção de bebidas alcoólicas; Descarte inadequado das embalagens das bebidas no pós-consumo e seus impactos	Identificar as ideias prévias dos estudantes sobre os impactos do consumo e produção de bebidas alcoólicas na sociedade e no meio ambiente; Entender a necessidade das matérias-primas de origem agrícola para obtenção das bebidas alcoólicas; Compreender as consequências do descarte inadequado das embalagens das bebidas alcoólicas; Proporcionar aos estudantes consideração de dois pontos de vista relacionados ao consumo das bebidas alcoólicas, o consumo moderado e excessivo.
		Estratégias

	socioambientais Apresentação da Situação Problema	Uso de charges, manchetes de jornais e perguntas que instiguem discussões; Divisão da turma em grupos, 04 ou 05 membros, que se manterão até o fim das aulas da SE; Atividade: leitura de rótulos das embalagens das bebidas, quais as matérias primas necessárias à produção das bebidas alcoólicas e quais materiais estão presentes na composição das embalagens.
02	Apresentação e discussões, em sala, das atividades da aula anterior; Problemas ambientais inerentes ao cultivo das monoculturas como cana-de-açúcar, cevada e da uva destinadas à produção das bebidas alcoólicas; Impactos socioambientais produção das matérias primas necessárias à produção das bebidas alcoólicas;	Objetivos
		Entender os impactos sociais e ambientais oriundos da agricultura para produção das matérias-primas essenciais à produção do etanol para as bebidas como cerveja, cachaça, vinho; Compreender os danos socioambientais relacionados ao descarte inadequado das embalagens vazias das bebidas alcoólicas e seu tempo de decomposição no meio ambiente;
		Estratégias
		Apresentação em PowerPoint sobre o cultivo da uva, cana-de-açúcar e cevada como suporte para discussões referentes aos impactos ambientais consequentes desse tipo do cultivo da cana, cevada e uva; exibição da reportagem sobre queimadas na colheita da cana de açúcar; Atividade: Experimento sobre fermentação alcoólica. Produção de etanol por meio do caldo de cana e açúcar.
03	Apresentações referente a atividade (experimento) da aula anterior; Fermentação alcoólica; Processo de produção da cachaça e seus resíduos.	Objetivos
		Entender o processo da fermentação da sacarose com o auxílio do experimento, com ênfase nos aspectos macroscópico, submicroscópico e representacional; Discutir a existência de diferentes tipos de fermentação e seus objetivos; Entender o processo de produção das bebidas alcoólicas;

		Classificar as bebidas alcoólicas em destiladas e não destiladas;
		Estratégias
		Realizar a destilação do material levado pelos estudantes com o intuito de purificar o etanol produzido; Uso de simulador que demonstre a produção etanol para produção da cachaça Atividade: Questões sobre o experimento e pesquisa sobre usos do etanol em produtos do dia a dia do estudante.
04	Discussões sobre as atividades da aula anterior; Transformações químicas na produção de etanol Processo de produção da cerveja e vinho Volume de bebidas alcoólicas produzido anualmente no Brasil e armazenagem Composto orgânico álcool;	Objetivos
		Compreender que as transformações químicas estão presentes no processo produtivo das bebidas alcoólicas;
		Compreender o processo produtivo da cerveja, cachaça e vinho;
		Identificar substâncias orgânicas por meio das fórmulas químicas;
		Identificar compostos da função álcool;
		Entender a nomenclatura dos álcoois;
		Estratégias
		Exibição dos vídeos sobre a produção de etanol;
		Uso de fluxogramas que demonstrem o processo de produção de cerveja e vinho;
		Atividade: pesquisa sobre aplicações do etanol e drogas psicoativas, definição e consequências ao organismo; Pesquisa sobre as consequências do consumo de álcool no organismo.

05	Discussões das atividades da aula anterior; Propriedades físico-químicas do etanol e suas aplicações; Concentração / teor alcoólico;	Objetivos
		Entender as consequências do consumo de álcool no organismo humano;
		Entender as propriedades físico-químicas do etanol;
		Utilizar cálculo de concentração das soluções para entender o teor alcoólico;
06	Efeitos no comportamento de acordo com a concentração de álcool no sangue; Metabolismo do álcool no organismo; Consequências do consumo moderado de bebidas alcoólicas ao organismo; Drogas naturais e sintéticas	Estratégias
		Exibição de vídeo sobre a ação das substâncias psicoativas no organismo
		Objetivos
		Entender os efeitos da concentração de álcool no sangue e o comportamento humano;
07	Discussões sobre as atividades da aula anterior; Produção do etanol de segunda geração a partir dos resíduos como palha e bagaço da cana; Logística reversa;	Entender a forma de ação das substâncias psicoativas no organismo;
		Classificar as drogas como naturais e sintéticas e as consequências de seu uso.
		Estratégias
		Exibição de estudos que relacionam a concentração de álcool no sangue à mudanças de comportamento;
07	Discussões sobre as atividades da aula anterior; Produção do etanol de segunda geração a partir dos resíduos como palha e bagaço da cana; Logística reversa;	Atividade: Pesquisa sobre os impactos socioambientais relacionados ao descarte de vidro, plástico e alumínio das embalagens das bebidas.
		Objetivos
		Identificar possíveis formas de minimizar os impactos ambientais e sociais relacionados à produção e ao consumo das bebidas alcoólicas;
		Entender como funciona a logística reversa, seus benefícios para a sociedade e meio ambiente e as responsabilidades dos envolvidos;
07	Discussões sobre as atividades da aula anterior; Produção do etanol de segunda geração a partir dos resíduos como palha e bagaço da cana; Logística reversa;	Entender a legislação brasileira relacionada ao consumo de álcool por motoristas;

	Reciclagem das embalagens vazias de bebidas;	Estratégias Infográfico sobre logística reversa; Exibição da reportagem sobre reciclagem; Atividade: Elaborar perguntas para entrevista a um membro do AA;
08	Impactos do consumo de bebidas alcoólicas para o indivíduo e a sociedade; Código de trânsito brasileiro Alcoolismo; Drogas lícitas e ilícitas; Estatuto da Criança e do Adolescente.	Objetivos Entender as consequências do consumo excessivo e moderado de álcool para o organismo; Entender que o álcool é uma droga lícita e as consequências do consumo de drogas; Entender as normas do Estatuto da Criança e do Adolescente relacionado ao consumo das bebidas alcoólicas para menores. Orientações às respostas para a SP e as possíveis ações relacionadas à SP.
		Estratégias
		Exibição de vídeo que trata dos efeitos do álcool no organismo de acordo com o teor alcoólico no sangue; Leitura do trabalho: O lado saudável do consumo de bebidas alcoólicas.
09	Respostas dos estudantes à Situação Problema.	Objetivos Análise das respostas dos estudantes à SP e as possíveis ações dos estudantes; Avaliar / validar a SE.
		Estratégias
		Apresentação das respostas dos grupos à situação problema na sala de aula; Avaliação da SE pelos estudantes por meio de um questionário;

		Avaliação da aprendizagem dos estudantes por meio de um formulário Google.
--	--	--

Fonte: Autor, 2025.

As aulas da SE continham estratégias de ensino diversificadas como a exibição de reportagens, charges, leitura de rótulos das embalagens das bebidas alcoólicas, experimentos científicos, leitura de textos, leitura de artigos científicos, manchetes de jornal, etc (Pitombo; Marcondes, 2001; Muenchen, 2010). Foi proporcionado aos educandos discussões de pontos de vistas diferentes relacionados à produção e consumo das bebidas alcoólicas como a geração de empregos e renda proporcionado pelo setor, os fatores positivos apontados por estudos científicos relacionados ao consumo moderado de tais bebidas e os fatores negativos relacionados ao consumo excessivo das bebidas alcoólicas.

Souza e Marcondes (2013) apontam para a importância da necessidade de melhora das habilidades cognitivas empenhadas pelos educandos para o alcance dos interesses da educação CTSA, permitindo-lhes a atuação de forma autônoma e reflexiva em contextos diversos.

Assim, foram propostas, nas aulas da SE, questões com diferentes níveis de demanda cognitiva sugeridos por Suart e Marcondes (2009). Por exemplo, para a questão: *Há vantagens do processo produtivo do etanol 1G quando comparado ao etanol 2G?* Para respondê-la, o estudante precisa mobilizar habilidades como comparar e avaliar, portanto, tal questão possui exigência cognitiva P3. Para responder a questão: *O que faz com que o etanol (álcool) se dissolva na água?* O estudante precisará aplicar conceitos químicos, assim, possui demanda cognitiva P2. Para a questão: *O que você entende por droga?* Para respondê-la, o educando precisa apenas recordar uma informação, assim, possui demanda cognitiva P1.

Buscou-se um equilíbrio no número de questões de demanda cognitiva P2 e P3, visando propiciar a maior participação dos estudantes nas aulas. Na tabela 1, trazemos o total de questões propostas por aula e os respectivos níveis de complexidade.

Tabela 1. Demanda cognitiva nas questões das aulas da SE

Demanda cognitiva presente em questões nas aulas da Sequência de Ensino				
Aula	Nível de demanda cognitiva			Total de questões /
	P1	P2	P3	

				aula
01	2	3	3	8
02	3	6	4	13
03	3	7	4	14
04	3	6	5	14
05	2	6	5	13
06	3	2	5	10
07	1	6	3	10
08	1	2	1	4
09	0	0	4	4
Total de questões na SE	18	38	34	90

Fonte: Autor, 2025.

Para as aulas 03, 04 e 05, empregou-se um maior número de questões em virtude dos experimentos realizados. Compunham a aula 03 as questões relacionadas ao experimento de fermentação alcoólica realizados pelos grupos de estudantes com a sacarose e com o caldo de cana; na aula 04, ocorreu a destilação simples do mosto fermentado no laboratório de ciências da escola e na 05, ocorreram discussões relacionadas ao experimento sobre as propriedades do etanol. Em tais aulas o maior número de questões planejadas visava a melhor compreensão, pelos estudantes, dos conceitos necessários à compreensão dos fenômenos.

Nas aulas 08 e 09 observa-se a presença de menos questões. A aula 08, foi planejada para que ocorressem discussões acerca de aspectos socioambientais relacionados à temática e para que apresentassem suas ideias de intervenção. Na aula 09, foi destinada para que os estudantes apresentassem suas respostas aos itens da SP e as intervenções que decidiram desempenhar. Portanto o menor número de questões justifica-se pela maior dialogicidade ocorrida nas aulas.

As apresentações das atividades pelos grupos compunham parte da avaliação dos estudantes. Outra forma de avaliação considerada foi o emprego e mobilização dos conceitos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais estudados em situações reais propostas pelos estudantes mediante o convite à intervenção em seu meio.

5.9 Habilidades de Pensamento Mobilizadas Pelos Estudantes nas Respostas à Situação Problema

As respostas dos grupos à SP proposta na SE, aos itens da SP foram

inicialmente agrupadas por turma (3ªT01, 05 grupos; as demais turmas, 3ªT02, 3ªT03, 3ªT04 e 3ªT05, com 04 grupos cada). Essas respostas foram analisadas quanto à mobilização de habilidades cognitivas de alta ordem, HOCS; e habilidades cognitivas de baixa ordem, LOCS (Zoller *et al.*, 2002; Zoller; Pushkin, 2007), posteriormente categorizadas nos níveis N1, N2, N3, N4 e N5 propostos por Suart e Marcondes (2009), conforme descrito na seção Estratégias de Coleta e Análise de Dados.

Considerando a pergunta do item iv da SP: *podemos contribuir para minimizar os impactos ambientais causados pela produção de bebidas alcoólicas? E os impactos à saúde e sociais causados pelo consumo dessas bebidas? O que você sugere?*

Considerando a resposta:

Grupo 02, da turma 3ªT05 - Podemos diminuir os impactos ambientais causados pela produção de bebidas preparadas pela adoção de práticas como a logística reversa, a adoção de lixeiros de reciclagem e educar a população. Para reduzir os impactos sociais e à saúde é necessário conscientizar as pessoas sobre os malefícios do uso da bebida alcoólica por meio de postagens em redes sociais de instituições públicas, cobrar por medidas mais drásticas para a compra de bebidas alcoólicas por menores de idade, como uma multa maior para o vendedor e uma fiscalização maior, com o objetivo de desencorajar os vendedores de vender uma bebida para o menor e sugerir para políticos proibir o uso de bebidas alcoólicas em espaços públicos como muitos países proíbem. Queremos diminuir o número de adolescentes que bebem bebidas alcoólicas, por isso sugerimos fazer memes, imprimi-los e espalhar pela escola, e também um vídeo informando sobre os malefícios do uso de bebidas alcoólicas que seriam divulgados nas redes sociais.

A resposta do grupo foi categorizada N4 (Suart e Marcondes, 2009), pois apresenta a mobilização de habilidades cognitivas de alta ordem, HOCS, (Zoller *et al.*, 2002; Zoller; Pushkin, 2007),), pois faz sugestões de soluções fundamentadas para o problema, incluindo aspectos ambientais, sociais e de tecnologia e estabelece relações causais (Quadro 15).

Quadro 15. Habilidades cognitivas mobilizadas pelos estudantes na resposta ao item iv da Situação Problema pelo grupo 02, da turma 3ªT05

Nível	Categoria de resposta LOCS	
N2	Reconhece a situação problemática e identifica o que deve ser buscado;	<i>“Podemos diminuir os impactos ambientais causados pela produção de bebidas...”</i> <i>Para reduzir os impactos sociais e à saúde é necessário conscientizar as pessoas...”;</i>
N3	Identifica as variáveis, podendo não compreender seus significados conceituais.	<i>“Logística reversa”, “reciclagem de embalagens”</i>

Nível	Categoria de resposta LOCS	
N4	Analisa ou avalia as variáveis ou relações causais entre os elementos do problema;	"conscientizar as pessoas por meio de postagens em redes sociais de instituições públicas"; "Com o objetivo de desencorajar os vendedores de vender a bebida para o menor";
	Sugere as possíveis soluções do problema ou relações causais entre os elementos do problema.	"Fazer memes, imprimi-los e espalhá-los pela escola, e também um vídeo informando sobre os malefícios do uso de bebidas alcoólicas que seriam divulgados nas redes sociais",... "Proibir o uso de bebidas alcoólicas em espaços públicos como muitos países proibidos."

Fonte: Autor, 2025.

Assim, entende-se que na resposta ao item, os estudantes mobilizaram desde habilidades mais simplórias, como o reconhecimento do problema, até habilidades cognitivas mais complexas como a proposição de uma solução para o problema, portanto, a resposta foi categorizada como N4. As respostas dos grupos foram inicialmente agrupadas por turma e tabuladas para análise. Esta, ocorreu com os demais itens da SP.

5.9.1 Item i da Situação Problema

Na análise das respostas ao item i da Situação Problema (SP), observou-se uma variação nos níveis de complexidade cognitiva mobilizados pelos estudantes (Tabela 2):

▪ Respostas LOCS (*Lower-Order Cognitive Skills*)

Foram registradas 6 respostas classificadas como LOCS, indicando que alguns estudantes estão em progressão no desenvolvimento do pensamento crítico. Nesses casos, as habilidades mobilizadas foram mais básicas, como o reconhecimento do problema e a identificação de variáveis. Um exemplo é a resposta:

Grupo 03, da 3ªT03 - Conclusão do grupo: sim, compensam. Pontos positivos: previnem doenças cardiovasculares, protegem o coração e combatem o colesterol alto, tem substâncias que melhoram a circulação sanguínea e previnem o AVC e a trombose. Pontos negativos: hipertensão, colesterol elevado, arritmia cardíaca, aumento dos riscos de câncer no fígado, boca, diabetes, infertilidade e cirrose hepática.

Essa resposta revela uma análise superficial das variáveis levantadas e apenas listadas, com pouca fundamentação para sustentar a conclusão do grupo. A falta de argumentação mais robusta indica a necessidade de aprofundar o desenvolvimento das habilidades analíticas e argumentativas.

▪ **Respostas HOCS (*Higher-Order Cognitive Skills*)**

Predominaram as respostas classificadas como **Nível 4 (N4)**, com **13 registros** (Tabela 2). Nesses casos, os estudantes demonstraram habilidades mais complexas, como proposição de soluções, análise e avaliação de variáveis — ainda que, em alguns momentos, de forma não tão aprofundada. Um exemplo é a resposta do:

Grupo 01, da 3ªT04 - Pontos positivos: estão relacionados ao consumo moderado, como melhora da circulação e redução do colesterol. Pontos negativos: decorrem do uso excessivo e podem afetar diversos sistemas do corpo humano, além de aumentar a mortalidade associada a acidentes de trânsito. Conclusão do grupo: os pontos negativos são mais impactantes do que os positivos.

Esta resposta evidencia um maior nível de reflexão e capacidade de avaliação, ao relacionar o consumo de álcool a múltiplas variáveis de saúde e impactos sociais.

Tabela 2. Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item i da Situação Problema

i - Com os conhecimentos que você possui, quais são os pontos positivos e os negativos do consumo das bebidas alcoólicas? Você acha que os pontos positivos compensam os negativos?			
Nível de demanda cognitiva	P3	Demanda cognitiva	Analisar, avaliar e estabelecer relações causais
Turma	Respostas LOCS		Respostas HOCS
	N3		N4
3ªT01	01		04
3ªT02	01		03
3ªT03	02		02
3ªT04	01		01
3ªT05	01		03
Total	06		13

Fonte: Autor, 2025.

5.9.2 Item ii da Situação Problema

A análise das respostas ao item ii revela diferentes níveis de complexidade cognitiva mobilizados pelos estudantes, com predominância de respostas nos níveis N3 e N4, mas sem registros de respostas no nível N5 (Tabela 3).

▪ Respostas LOCS (*Lower-Order Cognitive Skills*)

Foram identificadas **7 respostas LOCS**, indicando que uma parcela significativa dos dos estudantes mobilizou habilidades de pensamento em níveis mais básicos (**N3**). Nesses casos, os estudantes reconheceram o problema e propuseram soluções simples, sem avaliar de forma aprofundada os impactos ambientais e sociais da produção de bebidas alcoólicas. Um exemplo é a resposta:

Grupo 03, da 3ªT04 - Sim. A produção da cerveja, o resíduo de malte gerado pode causar impactos ambientais como a contaminação do solo e da água, e a emissão de gases de efeito estufa, como o metano.”

Esta resposta demonstra uma compreensão inicial do problema, mas carece de uma análise mais detalhada e de argumentação para sustentar a perspectiva do grupo.

▪ Respostas HOCS (*Higher-Order Cognitive Skills*)

A maioria das respostas foi classificada como **Nível 4 (N4)**, com **12 registros**. Os estudantes mobilizaram habilidades cognitivas mais complexas, como identificação de variáveis, análise e estabelecimento de relações causais. Um exemplo é a resposta:

Grupo 03, da 3ªT01 - Na produção de cerveja gera-se resíduo de malte, cujo descarte inadequado pode causar contaminação do solo e da água, além da emissão de gases do efeito estufa como metano, consumo elevado de água e poluição ambiental com o descarte inadequado das garrafas. Na produção de cachaça, há a queima do bagaço, preparo inadequado do solo (que pode causar erosão), uso de agrotóxicos nos canaviais e alto consumo de água. No caso do vinho, há o uso excessivo de água e produtos químicos, que podem contaminar o solo e a água. **Conclusão do grupo:** os impactos são semelhantes, mas consideramos que a produção da cerveja é a mais prejudicial, pois consome cerca de 5 litros de água para cada litro de bebida, além do descarte inadequado intensificar o efeito estufa. A cerveja é ainda uma das bebidas mais consumidas no Brasil.

Essa resposta revela um avanço no pensamento crítico, ao relacionar

diferentes aspectos da produção de bebidas alcoólicas com seus impactos ambientais. Ainda que a argumentação seja mais rica, há espaço para aprofundar a análise e explorar soluções mais complexas.

Tabela 3. Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item ii da Situação Problema

ii - Os impactos ambientais da produção da cerveja, da cachaça e do vinho são semelhantes? Qual dos processos de produção provoca mais impactos ambientais?			
Nível de demanda cognitiva	P3	Demanda cognitiva	Analisar, avaliar e estabelecer relações causais
Turma	Respostas LOCS	Respostas HOCS	
	N3	N4	
3ªT01	02	03	
3ªT02	01	03	
3ªT03	02	02	
3ªT04	01	01	
3ªT05	01	03	
Total	07	12	

Fonte: Autor, 2025.

5.9.3 Item iii da Situação Problema

A análise das respostas ao item iii revela um avanço significativo na mobilização das habilidades cognitivas dos alunos, especialmente quando comparadas aos itens anteriores da Situação Problema (SP). As respostas foram categorizadas em diferentes níveis, evidenciando tanto a progressão quanto os pontos que ainda precisam ser desenvolvidos (Tabela 4).

▪ Respostas LOCS (*Lower-Order Cognitive Skills*)

Nível 2 (N2) — 1 resposta: Apenas um grupo apresentou uma resposta de nível N2, limitando-se ao reconhecimento do problema sem mobilizar habilidades cognitivas mais complexas. Exemplo:

Grupo 01, da 3ªT02 - Sim, pois se as pessoas descartarem embalagens de vidro em lugares inapropriados, devem fazer a mesma coisa com alumínio e plásticos.

A resposta aponta para a percepção inicial do problema, mas sem aprofundar a análise ou propor soluções mais elaboradas.

Nível 3 (N3) — 9 respostas: Neste nível, os estudantes mobilizaram habilidades como identificação e análise de variáveis, reconhecendo os impactos ambientais do descarte de embalagens, ainda que com argumentações mais superficiais. Exemplo:

Grupo 03, da 3ªT02 - Sim, o descarte de embalagens de bebidas alcoólicas gera impactos socioambientais significativos, como poluição e aumento do lixo. Esses impactos variam conforme o tipo de embalagem (vidro, plástico, alumínio) e a forma de descarte, mas todos contribuem para problemas como a contaminação do solo e da água.

Embora essas respostas já demonstrem uma percepção mais ampla do problema, ainda carecem de maior profundidade e do estabelecimento de relações causais mais elaboradas.

- **Respostas HOCS (*Higher-Order Cognitive Skills*)**

Nível 4 (N4) — 9 respostas: Os alunos que produziram respostas N4 conseguiram não apenas identificar e analisar variáveis, mas também estabelecer relações causais e avaliar os impactos socioambientais. Exemplo:

Grupo 04, da 3ªT01 - Sim, há semelhanças nos impactos socioambientais dos descartes das embalagens dessas bebidas alcoólicas. Entre os impactos estão a poluição em zonas urbanas e rurais, poluição dos rios, entupimento de bueiros (causando alagamentos nas cidades). Além disso, quando descartadas em locais expostos, as embalagens podem se tornar foco de mosquitos transmissores de doenças, como Chikungunya, vírus Zika e febre amarela.

As respostas indicam um progresso relevante no desenvolvimento do pensamento crítico, com os alunos demonstrando capacidade de avaliar cenários mais complexos e relacionar múltiplas variáveis.

O número de respostas LOCS (N2 e N3) pode indicar que, apesar das dificuldades, muitos estudantes estão em processo de transição para habilidades mais complexas. A predominância de respostas HOCS nos níveis N3 e N4 demonstra que os alunos já conseguem analisar, avaliar e estabelecer relações causais, o que representa um avanço importante no desenvolvimento cognitivo.

As respostas obtidas no item iii da SP sugerem, portanto, um bom progresso na mobilização de habilidades cognitivas, com potencial para alcançar níveis mais altos de pensamento crítico, permitindo aos educandos fazer julgamento de valor e

generalização do problema para outros contextos, desde que estimulados por situações que promovam a reflexão e a construção de soluções.

Tabela 4. Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item iii da Situação Problema

iii - Há impactos socioambientais no descarte das embalagens das bebidas alcoólicas? Se houver, esses impactos são semelhantes?			
Nível de demanda cognitiva	P3	Demanda cognitiva	Analisar, avaliar e estabelecer relações causais
Turma	Respostas LOCS		Respostas HOCS
	N2	N3	N4
3 ^a T01	00	02	03
3 ^a T02	01	01	02
3 ^a T03	00	03	01
3 ^a T04	00	01	01
3 ^a T05	00	02	02
Total	01	09	09

Fonte: Autor, 2025.

5.9.4 Item iv da Situação Problema

A análise das respostas ao item iv revela uma distribuição equilibrada entre respostas LOCS (*Lower-Order Cognitive Skills*) e HOCS (*Higher-Order Cognitive Skills*), com 9 respostas LOCS e 10 respostas HOCS. Essa distribuição indica que, embora parte dos estudantes tenha mobilizado habilidades mais complexas, ainda há desafios a serem superados para alcançar níveis mais elevados de elaboração e generalização (Tabela 5).

▪ Respostas LOCS (9 no total)

As respostas LOCS, especialmente nas turmas 3^aT02 e 3^aT04, sugerem que muitos estudantes tiveram dificuldades em propor soluções viáveis ou realizar análises mais aprofundadas das variáveis identificadas. Nessas respostas, os alunos se limitaram a identificar problemas ou sugerir soluções genéricas, com pouca argumentação ou conexão com variáveis relevantes. Exemplo do:

Grupo 01 da 3^aT04 - Sim, mostrando para as pessoas como elas estão afetando o meio ambiente e afetando a saúde, causando impactos na sociedade por meio de bebidas. Sugerimos conscientizar as pessoas por

meio das redes sociais e cartazes.

A resposta demonstra uma preocupação com a conscientização, mas sem aprofundar as relações entre o comportamento das pessoas e os impactos ambientais ou propor soluções mais específicas e contextualizadas.

A presença expressiva de respostas N3, especialmente nas turmas 3ªT02 e 3ªT04, indica que muitos educandos ainda encontram dificuldades para propor soluções embasadas no conhecimento científico ou identificar variáveis relevantes para a situação analisada. Embora demonstrem uma compreensão inicial do problema, essas respostas revelam que a mobilização de habilidades mais complexas ainda está em construção.

▪ **Respostas HOCS (10 no total)**

As respostas de Nível 4 (N4), predominantes nas turmas 3ªT01 e 3ªT05, mostram que esses estudantes foram capazes de propor soluções mais fundamentadas, estabelecendo relações causais mais claras entre as ações sugeridas e os impactos esperados. Essas respostas evidenciam um avanço importante no desenvolvimento de habilidades como análise, avaliação e correlação entre variáveis, permitindo proposições mais coerentes e tangíveis ao problema. Exemplo de uma resposta N4:

Grupo 02, da 3ªT03 - Sim, podemos contribuir para minimizar os impactos ambientais buscando conscientizar sobre o descarte adequado das embalagens, e podemos contribuir para minimizar os impactos sociais e a saúde buscando conscientizar a população sobre os problemas do consumo em excesso das bebidas alcoólicas.

A resposta demonstra uma visão mais sistêmica do problema, relacionando ações específicas a impactos concretos e articulando diferentes agentes sociais para a construção de soluções.

A análise das respostas ao item iv indica que os estudantes avançaram na mobilização de habilidades cognitivas mais sofisticadas, especialmente nos níveis N3 e N4. O equilíbrio entre respostas LOCS e HOCS sugere um progresso significativo, com potencial para alcançar níveis mais elevados de pensamento crítico e tomada de decisão com as intervenções pedagógicas adequadas.

Tabela 5. Níveis de habilidades cognitivas às respostas ao item iv da Situação Problema

iv - Podemos contribuir para minimizar os impactos ambientais causados pela produção de bebidas alcoólicas? E os impactos à saúde e sociais causados pelo consumo dessas bebidas? O que você sugere?			
Nível de demanda cognitiva	P3	Demanda cognitiva	Analisar, avaliar e propor soluções para o problema
Turma	Respostas LOCS	Respostas HOCS	
	N3	N4	
3ªT01	01	04	
3ªT02	03	01	
3ªT03	02	02	
3ªT04	02	00	
3ªT05	01	03	
Total	09	10	

Fonte: Autor, 2025.

As respostas dos estudantes às questões parecem apontar para um progresso significativo no desenvolvimento e mobilização de habilidades cognitivas, com a maioria das respostas definidas nos níveis N3 e N4, evidenciando a capacidade de propor soluções práticas, identificar e estabelecer relações causais entre variáveis. As turmas 3ªT01 e 3ªT05 se destacaram com maior presença de respostas N4, enquanto turmas como 3ªT02 e 3ªT04 apresentaram um maior número de respostas LOCS e menos avanços para níveis superiores.

No geral, os dados refletem progresso em habilidades cognitivas, mas também destacam a necessidade de intervenções pedagógicas que proporcionem o desenvolvimento de habilidades de pensamento capazes de elevar mais estudantes ao nível N4 e, especialmente, ao nível N5, promovendo generalizações e tomadas de decisões mais informadas e fundamentadas, além do desenvolvimento da capacidade de argumentação.

Os resultados obtidos corroboram Coelho e Malheiro (2019), que investigou a manifestação de habilidades cognitivas em um curso fundamentado na Aprendizagem Baseada em Problemas, ocorrido na cidade de Belém (PA). Na referida pesquisa, para perguntas de demanda cognitiva P3, os cursistas expressaram respostas de níveis N3 e N4.

5.10 Comparativo de Habilidades Cognitivas LOCS e HOCS Mobilizadas Pelas Turmas em Resposta à Situação Problema

Ao calcular o percentual de respostas com habilidades cognitivas LOCS e HOCS por turma, a análise dos dados revela que a maioria das turmas apresentou um número maior de respostas classificadas como HOCS (Tabela 6). Isso indica que os estudantes, em seus respectivos grupos, foram capazes de desenvolver reflexões mais aprofundadas, analisando variáveis, estabelecendo relações causais e propondo soluções para os problemas apresentados.

Destacam-se as turmas 3ªT01 e 3ªT05, com 70% e 69% das respostas no nível HOCS, respectivamente. Esses resultados evidenciam que os estudantes dessas turmas adotaram uma postura mais crítica, demonstrando maior capacidade de argumentação e elaboração de respostas fundamentadas.

Tabela 6. Percentual de respostas LOCS e HOCS mobilizadas por turma

Turma	LOCS	HOCS
3ªT01	30	70
3ªT02	44	56
3ªT03	56	44
3ªT04	63	37
3ªT05	31	69

Fonte: Autor, 2025.

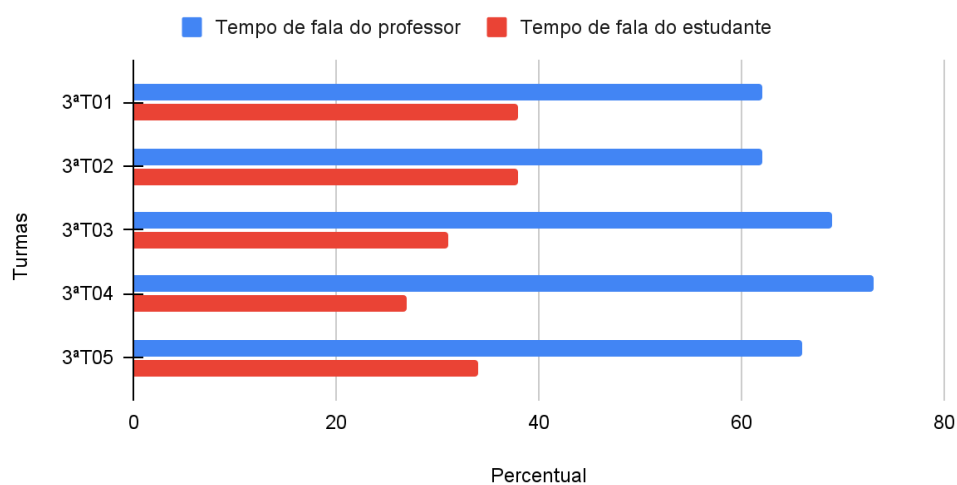
A turma 3ªT02 apresentou a maioria de suas respostas classificadas como HOCS (56%), o que indica que uma parte significativa dos alunos já consegue realizar análises mais estruturadas. No entanto, alguns ainda precisam aprimorar suas justificativas. Apesar do bom desempenho, não foram observadas respostas que permitissem a generalização ou extrapolação dos conceitos para contextos mais amplos.

As turmas 3ªT03 e 3ªT04 apresentaram maior quantidade de respostas LOCS, sugerindo que muitos de seus estudantes mobilizaram habilidades cognitivas mais básicas na resolução da Situação Problema, limitando-se à identificação de variáveis sem uma análise mais aprofundada.

Ao relacionar o número de respostas LOCS e HOCS apresentadas na resolução da SP com a participação dos estudantes nas aulas (Gráfico 4) e nas devolutivas das atividades propostas (Figura 12), os dados sugerem que as turmas

em que os alunos tiveram maior tempo de fala, seja para responder às questões propostas pelo professor, elaborar suas próprias perguntas, participar das discussões, resolver atividades ou apresentar os resultados, também foram aquelas com maior percentual de entrega das atividades e, conseqüentemente, um desempenho superior no número de respostas HOCS. Em contrapartida, as turmas com predominância da fala do professor e menor empenho na devolutiva das atividades propostas apresentaram maior quantidade de respostas LOCS.

Gráfico 4. Relação entre o tempo de fala do professor e dos estudantes nas aulas

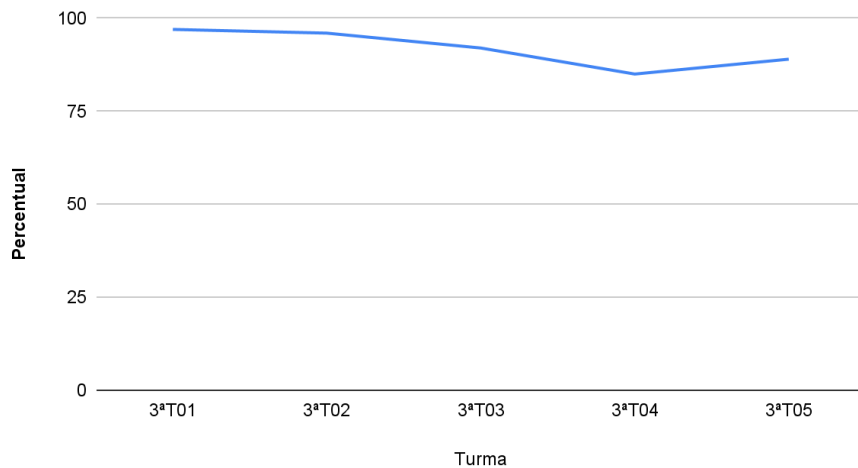


Fonte: Autor, 2025.

Esses dados indicam que uma participação mais ativa dos estudantes nas aulas, por meio de questionamentos, debates, discussões e trabalhos em grupo, pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de uma postura mais crítica e de habilidades cognitivas de ordem mais alta, frente às questões propostas.

No entanto, a participação verbal pode, de fato, também resultar em uma aprendizagem mais superficial. É fundamental, portanto, que se atente ao conteúdo das falas dos estudantes. Quando estas são curtas e pouco elaboradas, podem não contribuir de forma significativa para sua formação. Os educandos devem ser incentivados a expressar suas ideias de maneira mais completa, por meio de reflexões e explicações mais profundas. Tal processo pode ser estimulado pelo confronto de suas respostas com outras questões levantadas pelo professor, o que favorece o desenvolvimento do nível cognitivo das interações (Souza e Macondes, 2013).

Gráfico 5. Atividades realizadas por turma



Fonte: Autor, 2025.

5.11 Conhecimentos relacionados à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente Mobilizados Pelos Educandos nas Respostas à Situação Problema

As respostas dos grupos de estudantes à Situação Problema (SP) foram organizadas por turma e analisadas com base nos conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente mobilizados pelos educandos, além dos possíveis indícios de tomada de decisão demonstrados em suas respostas.

5.11.1 Item i da Situação Problema

No item i da Situação Problema, que aborda os pontos positivos e negativos do consumo de bebidas alcoólicas, os estudantes aplicaram conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente para responder à questão (Quadro 16). As respostas demonstraram uma visão mais crítica dos educandos, destacando os impactos negativos à saúde, sociedade e meio ambiente, mas também discutindo os possíveis benefícios do consumo moderado.

Sob a ótica de aspectos CTSA, os alunos evidenciaram os benefícios cardiovasculares do consumo moderado, contrapostos aos sérios problemas de saúde decorrentes do consumo excessivo. No eixo tecnológico, abordaram os avanços industriais na produção de bebidas alcoólicas e os impactos ambientais do

descarte de resíduos. Na esfera social, destacaram a socialização e a geração de empregos, mas também os problemas do consumo excessivo, como violência e dependência. Por fim, no eixo ambiental, mencionaram o desafio do descarte inadequado de embalagens e resíduos da produção industrial.

De forma geral, os estudantes demonstraram uma compreensão crítica e interdisciplinar, reconhecendo que, frequentemente, os danos do consumo de bebidas alcoólicas superam os benefícios, e refletiram sobre alternativas mais sustentáveis e responsáveis.

Quadro 16. Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item i da Situação Problema

Aspecto focal	Conhecimentos mobilizados	Origem (Fragmentos das Respostas dos Estudantes)
Ciência	Benefícios do consumo moderado	3ºT01: <i>"Que o consumo moderado de algumas bebidas alcoólicas, como o vinho tinto, é bom para prevenir doenças cardiovasculares."</i>
		3ºT03: <i>"Em doses moderadas, a bebida alcoólica pode diminuir a inflamação do cérebro e limpar as toxinas, inclusive as ligadas ao Alzheimer."</i>
	Efeitos no sistema nervoso central	3ºT02: <i>"Pode causar dificuldade no raciocínio, alterar a ação do senso de perigo e do comportamento."</i>
	Tempo de decomposição das embalagens	3ºT01: <i>"O tempo de decomposição do plástico e do vidro no meio ambiente é elevado."</i>
Tecnologia	Resíduos industriais	3ºT05: <i>"Resíduos gerados durante a produção."</i>
	Processos de fabricação	Inferido das respostas gerais sobre os impactos da produção industrial de todas as turmas.
	Reciclagem e descarte	3ºT01: <i>"Descarte inadequado de embalagens plásticas e de vidro, que poderiam ser recicladas."</i>
Sociedade	Problemas sociais e benefícios sociais	3ºT05: <i>"Movimenta a economia e gera empregos."</i>
		3ºT01: <i>"O álcool pode ajudar na socialização e a se sentir mais relaxado."</i>
		3ºT03: <i>"Problemas sociais como violência doméstica, acidentes de trânsito e brigas."</i>
		3ºT02: <i>"Pode causar doenças no fígado, ansiedade e depressão"</i>
		3ºT03: <i>"Consequências legais como o consumo por menores de idade e decisões"</i>

		<i>impulsivas."</i>
Ambiente	Impactos ambientais	<i>3ºT01: "O descarte inadequado de embalagens plásticas e de vidro impacta o meio ambiente."</i>
	Poluição ambiental	<i>3ºT05: "O impacto ambiental gerado pela produção industrial das bebidas alcoólicas é significativo."</i>
	Resíduos industriais	<i>3ºT05: "Resíduos gerados durante a produção de bebidas alcoólicas."</i>

Fonte: Autor, 2025.

Os estudantes evidenciaram, nas respostas ao item, indícios de tomada de decisão fundamentada, demonstrando a construção de argumentos que sustentam os posicionamentos. A conclusão predominante de que os pontos negativos do consumo de bebidas selecionadas (cerveja, cachaça e vinho) superam os benefícios pode remeter a uma postura reflexiva e orientada pela valorização da saúde e da preservação ambiental, questões presentes nas aulas da SE.

Os educandos destacaram que, apesar de alguns benefícios pontuais, os riscos associados ao consumo excessivo são graves, e alguns, irreversíveis, como as doenças hepáticas, impactos sociais, e poluição ambiental. Além disso, a sugestão de substituir o álcool por alternativas mais saudáveis, evidencia uma atitude responsável, buscando minimizar os danos associados ao consumo do álcool. Esse posicionamento revela uma postura mais crítica por parte dos educandos em relação à temática em questão, ao avaliar as implicações de suas escolhas e sugerir soluções que priorizam o coletivo e o ambientalmente sustentável.

Apenas o grupo 03 da turma 3ªT03 avaliou que o consumo das bebidas alcoólicas vale a pena, apesar de descrever os pontos positivos e negativos do consumo de bebidas alcoólicas: *"sim, compensam. Pontos positivos: previnem doenças cardiovasculares, protegem o coração e combatem o colesterol alto, tem substâncias que melhoram a circulação sanguínea e previnem o AVC e a trombose. Pontos negativos: hipertensão, colesterol elevado, arritmia cardíaca, aumento dos riscos de câncer no fígado, boca, diabetes, infertilidade e cirrose hepática."* É possível que o grupo tenha pensado apenas nos aspectos econômicos ao emitir sua resposta, pois rotineiramente esse foi o ponto de vista defendido por eles durante suas falas nas aulas.

5.11.2 Item ii da Situação Problema

No item ii, que questiona sobre os impactos ambientais da produção de cerveja, cachaça e vinho, os estudantes mobilizaram conhecimentos de Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente em sua resolução na análise das consequências dessas produções (Quadro 16).

No aspecto ambiental, destacaram a geração de resíduos sólidos, emissões de gases de efeito estufa e degradação do solo, como consequências de práticas agrícolas, como monoculturas e queimadas. A cachaça foi apontada como a bebida com maior impacto devido ao cultivo intensivo da cana e ao processo de destilação.

No aspecto tecnológico, os estudantes reconheceram o alto consumo de energia nos processos industriais, mas também sugeriram alternativas, como o reaproveitamento de resíduos, para mitigar os impactos.

No aspecto social, discutiram a desigualdade resultante do uso de terras para a produção de bebidas em vez de alimentos, além de impactos econômicos que podem variar conforme a gestão local de recursos.

As respostas evidenciam uma análise crítica e interdisciplinar, destacando preocupações ambientais e sociais, mas também sugerem soluções tecnológicas para reduzir os danos da produção dessas bebidas.

Quadro 17. Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item ii da Situação Problema

Aspecto focal	Conhecimentos mobilizados	Origem (Fragmentos das Respostas dos Estudantes)
Tecnologia	Processos industriais que consomem energia e reaproveitamento de resíduos	3ºT01: "A destilação da cachaça é mais uma etapa que consome energia."
		3ºT05: "O uso de energia no aquecimento, destilação e fermentação aumenta os impactos ambientais."
		3ºT05: "Os resíduos como bagaço de cana e uva podem ser reutilizados como fonte de energia ou ração animal."
Sociedade	Desigualdade social e impacto econômico local	3ºT01: "A maior parte da cana-de-açúcar, uva e cevada que poderia ser comercializada para chegar à mesa das pessoas comuns é destinada à produção de bebidas alcoólicas, aumentando a desigualdade social."
		3ºT04: "Práticas agrícolas podem beneficiar ou prejudicar comunidades, dependendo do uso de recursos e gestão local."
Ambiente	Diferenças nos	3ºT01: "A cana produz muito mais resíduos"

	impactos ambientais	<i>que a uva do vinho, como o bagaço, que resulta em queimadas."</i>
		<i>3ºT03: "A vinhaça é um subproduto poluente se não descartado adequadamente."</i>
	Semelhanças nos impactos ambientais	<i>3ºT05: "Com o elevado consumo de água e emissão de gases durante a fermentação, todos impactam o meio ambiente."</i>
	Impactos específicos da produção de cachaça	<i>3ºT04: "Na produção da cachaça há a exigência de muita terra e pode gerar poluição pela vinhaça e queima da cana."</i>
		<i>3ºT05: "Queimadas no cultivo da cana emitem muitos gases e degradam o solo."</i>
	Emissão de gases e resíduos sólidos	<i>3ºT02: "Os processos de produção emitem gases de efeito estufa e geram resíduos que precisam ser descartados adequadamente."</i>
		<i>3ºT05: "O bagaço e a vinhaça podem poluir o meio ambiente se não tratados adequadamente."</i>
	Degradação do solo e desmatamento	<i>3ºT01: "A fertilização do solo e queimadas no cultivo da cana geram grandes impactos ambientais."</i>
		<i>3ºT04: "A monocultura e o uso de pesticidas causam erosão e degradação do solo."</i>
		<i>3ºT01: "O uso do solo para cultivo da cevada, cana-de-açúcar e uvas pode levar ao desmatamento e à degradação do solo."</i>
		<i>3ºT03: "Monoculturas afetam a biodiversidade e a qualidade do solo."</i>

Fonte: Autor, 2025.

A ausência de explicações científicas nas respostas dos estudantes ao item ii da SP pode ser atribuída ao formato da questão, que não exigia explicitamente conceitos científicos à sua resolução. A questão abordava os impactos ambientais, sociais e tecnológicos da produção de bebidas alcoólicas, o que pode, naturalmente, ter desviado a atenção dos estudantes de aspectos científicos como fermentação, destilação e composição química dos resíduos.

As respostas indicam que os estudantes demonstraram indícios de tomada da decisão ao avaliar os impactos ambientais. Eles consideraram o vinho como a bebida com menor impacto ambiental, devido ao uso de práticas agrícolas mais sustentáveis, enquanto a cachaça foi vista como a mais prejudicial, devido ao cultivo intensivo de cana e à geração de resíduos como a vinhaça. No entanto, é possível que não tenham considerado a escala de produção de cerveja no Brasil, que supera a de cachaça de forma expressiva.

Além disso, os estudantes destacaram alternativas sustentáveis, como o reaproveitamento de resíduos, e criticaram o uso de terras agrícolas para a produção de bebidas, em vez de alimentos, demonstrando uma reflexão sobre a gestão de recursos naturais.

5.11.3 Item iii da Situação Problema

No item iii da Situação Problema (SP), os estudantes mobilizaram conhecimentos CTSA para analisar os impactos socioambientais do descarte inadequado de embalagens de bebidas alcoólicas. No aspecto científico, destacaram o tempo de decomposição dos materiais das embalagens e a presença de microplásticos gerados pela fragmentação do plástico das embalagens. Também abordaram as diferenças nos impactos ambientais das embalagens de vidro, plástico e alumínio, refletindo um entendimento básico das propriedades químicas desses materiais e suas interações com o meio ambiente (Quadro 18).

No aspecto ambiental, as respostas enfatizaram a poluição e a contaminação do solo e da água, a saturação de aterros sanitários e a liberação de gases de efeito estufa, apontando os danos ecológicos do manejo inadequado dos resíduos. No aspecto social, destacaram os riscos à saúde pública, como a proliferação de doenças e a poluição visual urbana, destacando os impactos no cotidiano humano. Já no aspecto tecnológico, foram mencionados os desafios da reciclagem e o consumo energético no manejo dos resíduos, sugerindo a necessidade de práticas mais sustentáveis.

As respostas mostraram uma compreensão abrangente dos impactos, com ênfase nos aspectos práticos, mas há espaço para aprofundar a conexão com fundamentos científicos e soluções tecnológicas mais específicas.

Quadro 18. Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item iii da Situação Problema

Aspecto Focal	Conhecimentos mobilizados	Origem (Fragmentos das Respostas dos Estudantes)
Ciência	Tempo de decomposição dos materiais	3ºT01: "Plástico e alumínio levam até 500 anos, vidro leva até 1 milhão de anos para se decompor."
	Microplásticos	3ºT05: "Infectando animais com micro pedaços de plástico."
	Composição química das embalagens	3ºT05: "Os impactos variam dependendo do tipo de embalagem e das práticas locais"

		<i>de gestão de resíduos."</i>
Tecnologia	Dificuldade na reciclagem	<i>3ºT04: "Dificuldade para reciclar essas embalagens."</i>
		<i>3ºT01: "Mesmo com a reciclagem, o processo de produção e descarte gera resíduos e consome muita energia."</i>
Sociedade	Riscos à saúde pública	<i>3ºT01: "Pode se tornar um foco de mosquitos transmissores de doenças como Chikungunya, Zika e febre amarela."</i>
	Impacto econômico local	<i>3ºT05: "Os impactos variam dependendo das práticas locais de gestão de resíduos."</i>
	Poluição visual e urbana	<i>3ºT02: "O descarte irregular de embalagens causa poluição visual e degradação da paisagem."</i>
Ambiente	Poluição e contaminação ambiental	<i>3ºT01: "A poluição afeta o solo, a água e a fauna local."</i>
		<i>3ºT02: "Animais marinhos são prejudicados pela ingestão de resíduos."</i>
		<i>3ºT02: "Contribuem para a saturação dos aterros e poluição do ambiente."</i>
	Liberação de gases de efeito estufa	<i>3ºT03: "Contaminando a água de rios, fazendo com que as populações de peixes nativos sejam afetadas."</i>
		<i>3ºT02: "O acúmulo de embalagens nos aterros contribui para a liberação de gases do efeito estufa."</i>
	Impactos no ciclo biológico de espécies	<i>3ºT03: "Prejudicando a fauna e flora de um lugar."</i>

Fonte: Autor, 2025.

As respostas dos estudantes apresentaram além de indícios de tomada de decisão, uma postura mais crítica ao reconhecerem a importância de práticas adequadas de descarte e reciclagem de embalagens de bebidas alcoólicas. Diferenciaram os impactos conforme os materiais utilizados, como vidro, plástico e alumínio, e destacam a necessidade de gestão responsável para evitar problemas como saturação de aterros, poluição e doenças. Embora as soluções explícitas sejam limitadas, há uma crítica clara às práticas inadequadas e uma reflexão sobre o papel das escolhas individuais e coletivas na mitigação dos impactos socioambientais.

5.11.4 Item iv da Situação Problema

No item iv da Situação Problema (SP), os estudantes mobilizaram conhecimentos de aspectos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente ao sugerir

formas de minimizar os impactos ambientais, sociais e à saúde causados pela produção e consumo de bebidas alcoólicas. No aspecto científico, destacaram os efeitos do álcool no organismo, especialmente na saúde mental, e discutiram a decomposição de materiais como plástico, alumínio e vidro, enfatizando a importância de práticas ambientalmente conscientes (Quadro 19).

No aspecto tecnológico, propuseram soluções como o uso de mídias digitais para conscientizar a população sobre os problemas do consumo excessivo de álcool, além da criação de conteúdos educativos e a adoção de logística reversa, associando tecnologia a estratégias de sustentabilidade. No aspecto social, as sugestões incluíram campanhas educativas, fiscalização e políticas públicas para promover o consumo equilibrado. No aspecto ambiental, enfatizaram a reciclagem e o uso de embalagens reutilizáveis para reduzir o acúmulo de resíduos.

As respostas demonstraram uma abordagem crítica e interdisciplinar, interligando os aspectos sociais e tecnológicos com fundamentos científicos. No entanto, a profundidade das soluções científicas poderia ser aprofundada. As respostas refletem a importância de integrar os conceitos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente nas discussões em sala de aula, proporcionando uma visão mais holística dos problemas socioambientais para os estudantes.

Quadro 19. Conhecimentos CTSA mobilizados pelos estudantes no item i da SP

Aspecto Focal	Conhecimentos mobilizados	Origem (Fragmentos das Respostas dos Estudantes)
Ciência	Impactos do álcool no organismo humano	3ºT01: "Criar conteúdo que aborde a saúde mental e os riscos do consumo excessivo." 3ºT03: "Conscientizar a população sobre os benefícios do consumo equilibrado das bebidas."
	Educação ambiental fundamentada	3ºT01: "Plástico e alumínio levam até 500 anos, vidro leva até 1 milhão de anos para se decompor." 3ºT05: "Informar o público sobre a importância do descarte correto das embalagens e as consequências do consumo excessivo."
Tecnologia	Uso de mídias digitais e produção de conteúdos educativos	3º01: "Criar um perfil nas redes sociais para repassar publicações de conscientização." 3ºT05: "Fazer vídeos e memes informativos para divulgar nas redes sociais."

		<i>3º03: "Criar vídeos ou panfletos sobre os malefícios do álcool e o descarte inadequado de embalagens."</i>
	Logística reversa	<i>3ºT05: "Cobrar das produtoras de bebidas alcoólicas adotar a logística reversa."</i>
	sustentabilidade	<i>3ºT03: "Promover práticas sustentáveis como o uso de energias renováveis nas fábricas."</i>
Sociedade	Conscientização sobre consumo equilibrado	<i>3ºT01: "Criar conteúdos nas redes sociais que enfatizem os riscos do consumo excessivo e compartilhem histórias de superação."</i>
	Educação e fiscalização pública	<i>3ºT03: "Fortalecer políticas públicas de prevenção ao abuso com campanhas e regulação mais rígida sobre publicidade."</i> <i>3ºT05: "Cobrar por medidas mais drásticas para a compra de bebidas alcoólicas por menores de idade."</i>
Ambiente	Redução de resíduos e reciclagem	<i>3ºT02: "Sempre descartar embalagens de forma adequada e reciclar vidro, plástico e alumínio."</i>
	Uso de embalagens reutilizáveis	<i>3º05: "Promover a reciclagem das embalagens, incentivando a devolução e o uso de embalagens reutilizáveis."</i>

Fonte: Autor 2025.

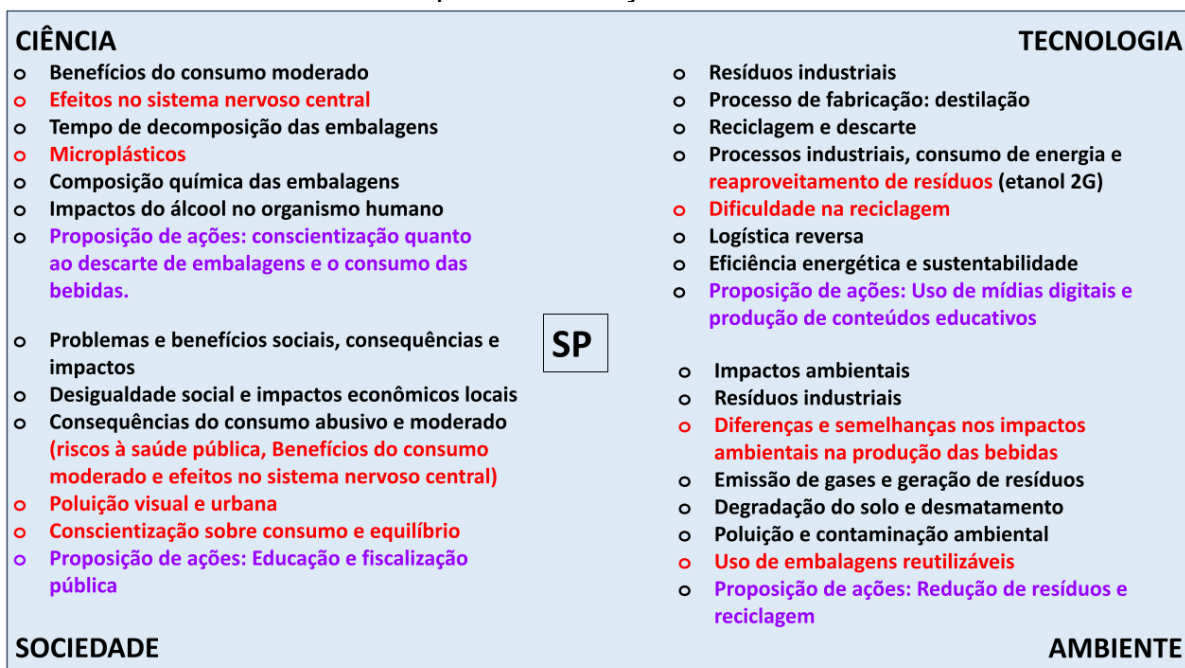
As respostas dos estudantes demonstraram determinada capacidade de tomada de decisão, refletindo sobre estratégias para mitigar os impactos ambientais, sociais e de saúde associados ao consumo de bebidas alcoólicas. As propostas variaram desde ações práticas, como reciclagem e promoção do consumo consciente, até sugestões mais amplas, como criação de campanhas educativas e uso de mídias digitais para conscientização, com o objetivo de engajar diversos públicos e faixas etárias.

Além disso, a menção a políticas públicas, como fiscalização rigorosa e logística reversa, revela uma percepção de responsabilidade entre indivíduos, governo e empresas produtoras das bebidas. As sugestões apresentadas pelos educandos também refletiram uma avaliação crítica dos impactos dos materiais das embalagens e do consumo abusivo. Essas respostas indicam que os estudantes compreendem os desafios, e também são capazes de propor alternativas e se engajar em ações para lidar com o problema em estudo, evidenciando uma visão crítica e colaborativa no processo de tomada de decisão informada, fundamentada nos conhecimentos apropriados nas aulas.

Ao comparar os conhecimentos de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

manifestados pelos estudantes nas respostas à SP, observa-se que ocorrem menções dos conhecimentos e conceitos propostos inicialmente no planejamento, como os impactos da produção e descarte das embalagens (Figura 7).

Figura 7. Quadrado CTSA com os conhecimentos mobilizados pelos estudantes em resposta à Situação Problema



Fonte: Autor, 2025.

No entanto, observa-se também a ampliação e detalhamento de alguns conceitos como microplásticos e desigualdade social. Na visão de um dos grupos, a área agrícola destinada ao cultivo de matéria prima para produção das bebidas poderia ser destinada a fins mais nobres como a produção de alimentos, o que pode demonstrar certa profundidade crítica diante da temática em questão, este fato pode ser compreendido como fruto das discussões ocorridas em sala de aula.

5.12 Ações Desempenhadas Pelos Estudantes e Perspectivas de Contextualização

Os estudantes desempenharam um conjunto de ações variadas com o objetivo de promover o convite à tomada de consciência da população local sobre os impactos do consumo de bebidas alcoólicas e suas consequências para a saúde, sociedade e meio ambiente (Quadro 19). Esta fase da SE, nos remete ao terceiro Momento Pedagógico de Delizoicov *et al.* (2002), a aplicação do conhecimento frente a

problemas da localidade dos estudantes por meio do conhecimento adquirido.

Entre as principais atividades desenvolvidas, destacam-se a criação de contas no Instagram para a publicação de conteúdos educativos, aproveitando a popularidade das redes sociais para engajar um público mais amplo. Além disso, os estudantes produziram memes e vídeos que abordam de maneira criativa os impactos desse consumo, utilizando ferramentas digitais (Figuras 8, 9, 10, 11 e 12).

Em paralelo, outras equipes organizaram a elaboração de cartazes e panfletos, distribuídos no comércio local e em pontos de maior circulação, com o objetivo de conscientizar a população sobre os riscos do consumo de bebidas alcoólicas. Para complementar essas iniciativas, foram realizadas palestras com profissionais da saúde, proporcionando uma abordagem mais aprofundada e técnica sobre os efeitos do álcool no organismo. Também ocorreram conversas com o Conselho Tutelar, focadas na prevenção do consumo de bebidas alcoólicas por menores de idade, refletindo uma preocupação com as gerações mais jovens.

Essas ações demonstraram uma postura mais crítica dos estudantes em relação ao problema social em questão, abordando-o de forma educativa, criativa e informativa. A diversidade de estratégias utilizadas, que incluem tanto métodos tradicionais como palestras e distribuição de materiais, quanto o uso de mídias digitais, evidenciam integração de ferramentas modernas com abordagens mais convencionais, visando atingir diferentes públicos, e promover o engajamento mais ativo na comunidade, visando esclarecê-la, minimizando os impactos negativos do consumo de álcool na localidade dos educandos.

Quadro 20. Ações executadas pelos estudantes

Ação desenvolvida	Turma	Grupo	Perspectiva de Contextualização
Criação de cartazes informativos para distribuição no comércio local (bares e mercadinhos).	3ºT01	01, 03	Transformação da Realidade Social
	3ºT02	01, 02, 04	
	3ºT04	01	
Construção de panfletos e distribuição à população	3ºT03	02, 03	
	3ºT05	01	
Palestras com profissionais da saúde	3ºT01	04, 05	
Conversa com o conselho tutelar acerca do consumo de bebidas alcoólicas por menores na cidade	3ºT01	01	Pré-transformação da Realidade Social

Criação de conta no Instagram para publicação de conteúdo informativo e a produção de memes e vídeos	3ºT01	02	
	3ºT03	01	
	3ºT04	04	
	3ºT05	02, 04	
Não desempenharam ação	3ºT02	03	Pré-compreensão da Realidade Social
	3ºT03	04	
	3ºT05	03	Aproximação da química com o cotidiano

Fonte: Autor, 2025.

A perspectiva de contextualização alcançada pelos grupos de estudantes esteve, de modo geral, diretamente ligada à transformação da realidade social. Nesta, os educandos apresentaram reflexões sobre a temática em questão, posicionaram-se por meio do desenvolvimento de uma postura mais crítica em relação ao problema em estudo, apresentando propostas de intervenção e atuando na mitigação dos impactos socioambientais relacionados ao consumo de bebidas alcoólicas, no entanto, para outra parcela das respostas e ações dos estudantes faltaram elementos para o alcance da transformação da realidade social, dada a complexidade da perspectiva, sendo agrupados na perspectiva de pré-transformação da realidade social.

Figura 8. Palestra com profissionais da saúde numa escola municipal



Fonte: Autor, 2025.

Figura 9. Palestra com profissionais da saúde na escola com estudantes dos 1º e 2º anos do Ensino Médio



Fonte: Autor, 2025.

Figura 10. Construção de panfletos educativos e posterior distribuição para a população



Fonte: Autores, 2025.

Figura 11. Cartazes confeccionados para afixação em locais de venda de bebidas alcoólicas



Fonte: Autor, 2025.

Figura 12. Elaboração de memes e vídeos para divulgação nas redes sociais.



Fonte: Autor, 2025.

Um quantitativo menor dos grupos propôs algumas ações que almejavam

empregar e apresentaram suas justificativas, mas não chegaram a desempenhá-las, desse modo, entende-se, portanto, que estavam alinhados às perspectivas da aproximação da química com o cotidiano, pré-compreensão da realidade social e a compreensão da realidade social. Os grupos 02 e 03 da 3ªT04 não chegaram a entregar suas respostas à SP, assim como, também não executaram nenhuma ação, não sendo possível enquadrá-los em nenhuma das perspectivas de contextualização presentes na revisão teórica desta pesquisa.

Esse movimento com proposições e execução de ações pode ter sido impulsionado pela compreensão de que a teoria deve se traduzir em práticas que possam gerar mudanças tangíveis na comunidade.

5.13 Avaliação da Sequência de Ensino Pelos Estudantes e os Impactos Sobre as Concepções Iniciais

Após a aplicação das aulas da Sequência de Ensino, os estudantes foram convidados a avaliar as atividades por meio de um questionário com quatro perguntas abertas:

1 – Nas aulas da Sequência de Ensino intitulada “O Custo de Uma Dose” abordamos aspectos relacionados às bebidas alcoólicas, envolvendo conteúdos científicos e tecnológicos, aspectos sociais e ambientais. Expresse suas ideias a respeito do consumo de tais bebidas. Suas ideias atuais são as mesmas que você tinha antes das aulas? Justifique.

2 – Qual a importância de estudarmos os conteúdos científicos (químicos) relacionando-os com os tecnológicos, sociais e ambientais?

3 – Expresse sua opinião sobre as aulas em que tratamos das bebidas alcoólicas, você pode levar em consideração os seguintes aspectos: i – A interação (diálogo) entre o professor e os estudantes; ii – Os trabalhos em grupos; iii – A discussão de temas sociais e ambientais nas aulas de química; iv- A relação dos conteúdos químicos com outras disciplinas; v – O papel do professor e dos alunos durante as aulas; vi – O formato das atividades (nos grupos) e a apresentação na aula subsequente.

4 – Observando as aulas de química ministradas anteriormente às aulas com a temática Bebidas Alcoólicas, qual dos formatos mais contribuiu para sua

aprendizagem? Porquê?

A primeira pergunta solicitava que os alunos refletissem sobre suas ideias antes e depois das aulas sobre o consumo de bebidas alcoólicas e os impactos sociais, ambientais e tecnológicos.

Quando comparamos as respostas dos estudantes ao instrumento que levantou seus conhecimentos prévios e as respostas ao questionário de avaliação da SE, observamos avanços no conhecimento e na visão crítica dos estudantes. Nos aspectos científico e tecnológico do processo de produção das bebidas, destaca-se que os estudantes tinham um bom entendimento sobre o processo de destilação, no entanto, pareciam não compreender sua aplicação industrial (itens 4C, 7C, 4T). Apresentaram poucas respostas aceitáveis aos itens relacionados à fermentação (itens 6C, 9T, 10T). Após a aplicação da SE, os alunos demonstraram um conhecimento mais aprofundado sobre tais processos. Por exemplo, um grupo comentou: *"Aprendi que a fermentação transforma açúcares em álcool e que esse processo é semelhante ao que ocorre na produção de pães e iogurtes"*. Outro aluno destacou: *"O processo de destilação é essencial para purificar o álcool, e isso explica por que bebidas destiladas têm um teor alcoólico maior"*. Estas respostas evidenciam que os educandos conseguiram empregar a argumentação com informações estudadas, que também as aplicaram de forma contextualizada.

Nas perguntas sobre os impactos ambientais, os percentuais de respostas aceitáveis foram os mais baixos comparando com os demais aspectos, com uma média de acertos de 34%, o que faz supor que o aspecto ambiental não possuía relevância para os estudantes quando se trata das bebidas, portanto, foi necessário que este aspecto fosse discutido com mais intensidade nas aulas. Após a aplicação da SE, os estudantes passaram a reconhecer os impactos ambientais de forma mais clara. Uma das respostas comentou: *"Aprendi que a produção de álcool gera resíduos como o vinhoto, que pode poluir rios se não for tratado corretamente"*. Outro aluno destacou: *"As embalagens das bebidas alcoólicas, como garrafas de vidro e latas, precisam ser recicladas para minimizar os impactos ambientais"*. Essas respostas mostram uma conscientização ambiental que não estava presente antes das aulas, refletindo num avanço significativo.

Muitos alunos já tinham uma postura crítica em relação ao consumo de álcool (itens 4S, 6S, 8S, 12S), mas, na Problematização Inicial, percebeu-se que não

possuíam uma base científica ou social que fundamentasse suas opiniões. Após as aulas, observa-se que os estudantes passaram a justificar suas opiniões com base em conhecimentos que foram apropriados ao longo da SE: *"Agora sei que o consumo moderado de álcool pode ter alguns benefícios, mas ainda acho que os malefícios são maiores, especialmente para o meio ambiente e a sociedade"*. Outro aluno destacou: *"Essas aulas me fizeram refletir sobre como o álcool afeta não apenas a saúde, mas também o ambiente e as relações sociais"*. Outro grupo destacou: *"O álcool pode ter efeitos positivos, como melhorar a circulação sanguínea, mas isso não justifica o consumo excessivo."* Essas respostas mostram uma ampliação de visão dos estudantes e demonstram uma postura mais crítica, consciente e informada em relação ao problema em questão.

De modo geral, as respostas à questão 01 emitidas pelos grupos indicam que parte dos estudantes *mantiveram suas visões iniciais*, mas com um entendimento mais estruturado. Para outra parte dos educandos, as aulas *fortaleceram suas visões*, oferecendo embasamento teórico e argumentos que ampliaram suas compreensões sobre os efeitos do consumo e os impactos sociais e ambientais. Alguns estudantes demonstraram uma *ressignificação em suas visões*, desenvolvendo criticidade. Um grupo do 3ºT01, por exemplo, destacou que *"a metodologia não só promoveu o aprendizado, mas também serviu como um meio de conscientização."* Assim, as aulas proporcionaram uma visão mais ampla sobre o consumo de bebidas alcoólicas, considerando não apenas os efeitos à saúde, mas também os impactos ambientais, sociais e econômicos (Quadro 20).

Embora reconheçam benefícios de consumo moderado, como a prevenção de doenças cardiovasculares, muitos estudantes refletiram sobre os malefícios do álcool, ponderando os riscos em relação aos benefícios. O grupo 3ºT01 expressou: *"O consumo moderado de vinho tinto é bom para a saúde, mas ainda acho que os malefícios são maiores."*

Quadro 21. Visão dos estudantes sobre o consumo de bebidas alcoólicas após aplicação da Sequência de Ensino

Manutenção da visão	Ampliação da visão	Ressignificação da visão
---------------------	--------------------	--------------------------

“Antes em minha concepção não achava ético o consumo de nenhuma droga [...] e agora continuo com o mesmo pensamento.” (3ºT01)	“As ideias que tínhamos antes das aulas foram melhoradas sobre o assunto e agora realmente sabemos como o consumo de álcool causa inúmeros danos à saúde ambiental quanto social.” (3ºT01)	“Não, minhas ideias atuais não são mais as mesmas, durante as aulas fui aprendendo um pouco mais sobre a produção, os impactos ambientais e as consequências que o consumo de bebidas alcoólicas pode causar.” (3ºT01)
“Basicamente sim, mas depois das aulas eu tive um entendimento maior e mais aprofundado sobre o assunto.” (3ºT03)	“O diálogo sobre bebidas alcoólicas nos mostrou os impactos ambientais que antes não levávamos em consideração.” (3ºT02)	“Não, pois antes pensávamos que as bebidas alcoólicas eram, apenas, prejudiciais à saúde e ao nosso organismo, porém com o passar das aulas vimos que essas bebidas apresentam alguns benefícios ao ser humano.” (3ºT02)
“Sempre achei que o álcool deveria ser consumido com moderação, e as aulas reforçaram essa visão ao mostrar os impactos do consumo excessivo.” (3ºT02)	“As ideias sobre elas foram mais fortes em relação a como pensamos antes das aulas, pois adquirimos conhecimento de como elas se comportam em nosso cotidiano e dentro do nosso organismo.” (3ºT03)	“Tinha em minha mente que as bebidas afetavam o ser humano e a sociedade, mas não levava em conta os outros conteúdos relacionados às bebidas.” (3ºT04)

Fonte: Autor, 2025.

A interação nos debates e experimentos ajudou os estudantes a internalizar melhor os conteúdos, como evidenciado por um grupo do 3ºT05: “*As aulas mais interativas e os debates ajudaram a entender como o álcool afeta nossas vidas e o ambiente.*” Enquanto alguns estudantes reafirmaram suas opiniões com maior embasamento, outros ampliaram sua compreensão sobre os impactos sociais, econômicos e ambientais das bebidas alcoólicas.

Ao comparar o percentual de respostas HOCS (*Higher Order Cognitive Skills*) de cada turma, observou-se que as turmas com maior percentual de respostas HOCS foram aquelas em que predominou a ressignificação da visão e a ampliação da visão (Tabela 7).

Tabela 7. Comparativo entre respostas HOCS à Situação Problema e as ideias dos estudantes sobre o consumo das bebidas após aplicação da Sequência de Ensino

Turma	Percentual de respostas HOCS à SP	Percentual de respostas ressignificação da visão	Percentual de respostas ampliação da visão	Percentual de respostas reforço da visão
3ªT01	70	40	40	20

3ªT02	56	25	25	50
3ªT03	44	25	25	50
3ªT04	37	25	0	25
3ªT05	68	50	25	25

Fonte: Autor, 2025.

Nas turmas que apresentaram maior número de respostas HOCS, observou-se uma tendência de ressignificação e ampliação das visões dos estudantes sobre o consumo de bebidas alcoólicas. Isso sugere que essas turmas, ao mobilizarem habilidades cognitivas mais complexas, desenvolveram uma compreensão mais profunda e crítica sobre o tema. As aulas, portanto, tiveram um impacto significativo, estimulando reflexões mais profundas.

Por outro lado, nas turmas com maior número de respostas LOCS, os estudantes tendem a reforçar suas opiniões iniciais, sem grandes mudanças em suas visões sobre a temática. Esses alunos mantiveram suas visões, apenas sustentando-as com os conhecimentos adquiridos nas aulas, nesses casos, possivelmente a aprendizagem foi mais superficial.

A segunda pergunta destaca a importância de integrar os conteúdos científicos, especialmente da Química, com as dimensões tecnológica, social e ambiental. Esse estudo contribui para uma visão mais crítica e abrangente dos fenômenos cotidianos, permitindo que os alunos compreendam melhor as consequências de suas ações e reflitam de forma mais consciente sobre o impacto desses aspectos na sociedade e no meio ambiente (Vaciloto *et al.*, 2019; Marcondes *et al.*, 2007).

A maioria dos estudantes destacou a importância de relacionar a Química com aspectos sociais, tecnológicos e ambientais, enfatizando que essa abordagem amplia o entendimento teórico da disciplina e permite uma visão crítica sobre questões como o impacto das bebidas alcoólicas e o meio ambiente. Para eles, compreender essas inter-relações contribui para decisões mais informadas e ações responsáveis. Além disso, enfatizaram a importância de estudar os impactos ambientais e buscar soluções sustentáveis, como o descarte correto de substâncias. Ao relacionar ciência e sociedade, os alunos reconhecem o potencial do conhecimento químico para resolver problemas, ampliando sua capacidade de discernimento e desenvolvendo habilidades de pensamento crítico, essenciais para a tomada de decisões mais conscientes (Suart e Marcondes, 2009).

A terceira pergunta buscou captar a opinião dos estudantes sobre as aulas que abordaram o tema das bebidas alcoólicas. As respostas dos estudantes mostraram

que nas aulas da SE, o aprendizado ocorreu de modo mais interativo, incentivado pela participação dos educandos e permitindo a conexão entre os conceitos químicos e suas relações com os impactos sociais e ambientais. Para alguns grupos, o diálogo constante facilitou a compreensão dos conteúdos e o esclarecimento de dúvidas. No 3ºT01, um grupo afirmou que *“durante as aulas gostei muito da interação entre o professor e o meu grupo, sempre que tínhamos alguma dúvida ele nos ajudava”*. Já no 3ºT04, os estudantes pontuaram que *“a maior interação com o professor deixou a aula mais interativa e mais fácil de entender onde a química entrava nos assuntos e como relacionar ela ao dia a dia”*. Esse diálogo entre professor e alunos pode ter sido fundamental para criar um ambiente propício à discussão e aprendizado.

Os trabalhos em grupo também foram destacados como um fator positivo, proporcionando uma experiência colaborativa de aprendizado. No entanto, algumas turmas apontaram desafios nesse formato. Enquanto no 3ºT01 os estudantes relataram que *“sempre gostamos de trabalhar juntos, então foi uma experiência legal e, principalmente, porque todos os membros colaboraram”*, no 3ºT04 houve uma crítica à falta de participação de alguns integrantes, dificultando a dinâmica da atividade. Apesar de ser a turma com menor número de integrantes e, conseqüentemente, os grupos possuírem a menor quantidade de estudantes, a inércia de alguns, pode ter afetado seu desempenho. Isso mostra que, apesar dos benefícios do trabalho coletivo, ainda há desafios na organização e comprometimento dos grupos.

A interdisciplinaridade foi outro ponto relevante, pois os alunos perceberam como os conteúdos químicos estavam relacionados a outras disciplinas. No 3ºT01, um grupo destacou que *“na maioria das vezes os conteúdos estavam em outras áreas do conhecimento como física, geografia, biologia, sociologia”*, evidenciando que as aulas possibilitaram uma visão mais ampla e integrada do tema. No 3ºT03, os alunos reconheceram que *“foi possível expandir o assunto para além da química, podendo comentar também sobre temas de matérias como geografia, biologia e sociologia”*.

Esse tipo de abordagem, reforçando as inter-relações CTSA, pode ter favorecido uma compreensão mais profunda e contextualizada do tema, e aproximando os estudantes de uma visão mais crítica e reflexiva. Alguns educandos relataram que, antes das aulas, não tinham consciência de certos impactos relacionados às bebidas alcoólicas. Um grupo do 3ºT05, afirmou que *“foi possível notar os impactos que uma bebida alcoólica pode ocasionar tanto nas pessoas quanto*

na natureza, desde a produção até o descarte”.

A quarta pergunta buscou entender qual formato de aula, entre os utilizados antes da abordagem sobre bebidas alcoólicas, foi percebido pelos estudantes como mais eficaz para a aprendizagem. Além disso, queria que eles explicassem o motivo dessa escolha, refletindo sobre quais metodologias ou dinâmicas de aula (como exposições dialogadas, atividades em grupo, experimentos ou debates) favoreceram a compreensão dos conteúdos e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Um dos aspectos destacados nas aulas da SE pelos educandos foi a combinação entre teoria e prática experimental, que para eles, proporcionou uma compreensão mais profunda dos conteúdos. No 3ºT01, os alunos relataram que *“as aulas temáticas de bebidas alcoólicas que mais contribuíram para a nossa aprendizagem foram aquelas que combinavam teoria e prática. Por exemplo, quando fizemos os experimentos e pudemos ver como o processo funcionava e depois respondemos algumas questões, o que nos ajudou a entender todo o processo.”* Essa percepção foi reforçada por um grupo do 3ºT03, que mencionou os experimentos: *“A melhor parte das aulas foram os experimentos práticos, em especial o experimento da produção de álcool utilizando a cana-de-açúcar. Ver e fazer o experimento me despertou curiosidade e a vontade de entender todo o processo por trás dos experimentos.”* Reforçando as contribuições da experimentação como estratégia que favorece o processo de ensino-aprendizagem de conceitos químicos (Leite, 2018).

Na 3ºT02, um grupo destacou que *“quando o professor nos fazia uma pergunta e pedia para fazer um experimento, isso contribuía para que pudéssemos aprender, pois nos fazia refletir e buscar mais”*. Alguns estudantes relataram que nas aulas anteriores as da SE, com metodologias mais tradicionais, tendiam a ser repetitivas e menos envolventes, opinião corroborada por estudantes do 3ºT04, um grupo afirmou que *“nas aulas regulares o conteúdo ficava um pouco repetitivo e não muito cativante, mas nas recentes, eram mais interativas e fáceis de entender o assunto”*.

Apesar da preferência pelo formato mais interativo, alguns alunos mencionaram desafios relacionados à limitação do tempo disponível para as atividades. No 3ºT01, um grupo pontuou que *“por mais que o grupo tenha gostado desse formato de aula, porque a gente pesquisou, debateu, fez experimentos e explicou para o orientador, o que contribuiu muito para a nossa aprendizagem, a gente prefere o antigo, porque com esse novo ensino médio só tem uma aula de química. Ou seja, tem que ser objetiva, as aulas, e esse tipo de aula toma muito tempo.”* Na

mesma turma, outro grupo mencionou que *“esse formato nos ajudou a fixar o conhecimento, além de trocar dúvidas e respostas durante as apresentações nas aulas, o que tornou tudo ainda mais interessante.”*

As manifestações dos estudantes evidenciam que, embora as aulas tenham contribuído significativamente para a aprendizagem dos estudantes, o tempo restrito para abordagens mais aprofundadas ainda é um fator limitante, esse problema do tempo reduzido de aulas foi ainda mais agravado diante da recente reforma do Ensino Médio (Marcondes, *et al.*, 2023, Cardoso, Marcondes e Silva, 2024).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha da temática socioambiental pelos estudantes, considerando suas concepções prévias, mostrou-se relevante para despertar o interesse pelas aulas de Química. Ao abordar o tema por meio das inter-relações CTSA, foi possível promover a reflexão sobre o consumo e produção de bebidas alcoólicas, possibilitando o desenvolvimento da cidadania e do pensamento crítico.

Apesar de demonstrarem familiaridade com processos como a destilação, os estudantes apresentaram dificuldades para relacionar os conceitos químicos à sua aplicação real, sugerindo a necessidade de maior articulação entre teoria e prática. A inclusão de conteúdos como a fermentação, o Estatuto da Criança e do Adolescente, e as consequências do consumo de álcool para o organismo e a sociedade mostrou-se essencial para o aprofundamento do tema diante das ideias iniciais apresentadas pelos estudantes.

O uso dos elementos organizadores pedagógicos propostos por Marcondes *et al.* (2023), facilitou o planejamento, a estruturação da SE e a conexão entre os conteúdos científicos e suas implicações sociais e ambientais.

Quando observadas as respostas dos estudantes à SP proposta, identificamos que as turmas com maior participação nas discussões apresentaram mais respostas HOCS, evidenciando o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas, enquanto turmas com menor engajamento tiveram predominância de respostas LOCS, ressaltando a importância de estratégias pedagógicas que incentivem a interação e a argumentação. Os dados indicaram que turmas com maior envolvimento nas discussões e atividades mostraram uma proporção maior de respostas classificadas como HOCS, sugerindo que as inter-relações CTSA presentes na SE podem ter contribuído para o desenvolvimento de uma postura mais crítica dos estudantes.

No entanto, não foram encontradas respostas HOCS classificadas como Nível 5 (N5), o que aponta para a necessidade de incentivar os estudantes a extrapolar o problema para contextos mais amplos. Para alcançar esse nível, é essencial propor atividades que desafiem a tomada de decisão, promovam a análise sistêmica e incentivem a aplicação interdisciplinar do conhecimento.

Os conhecimentos mobilizados pelos estudantes evidenciaram a interdisciplinaridade da sequência de ensino. O aspecto social foi o mais destacado,

seguido pelo ambiental, com propostas de reciclagem e descarte adequado. A tecnologia foi mencionada no processo de produção das bebidas e na reciclagem das embalagens descartadas, enquanto a ciência recebeu menor destaque ou apareceu de forma mais implícita, indicando a necessidade de reforçar a fundamentação científica nas discussões.

As respostas ao questionário reflexivo-avaliativo foram categorizadas em três grupos: reforço da visão, ampliação da visão e ressignificação da visão, proporcionando uma visão do impacto da SE nas concepções dos estudantes sobre o tema abordado. As respostas da maioria dos estudantes foram agrupadas nas categorias aprofundamento ou ressignificação de suas visões sobre o consumo de álcool nas turmas em que houve o maior número de respostas HOCS à SP, o que pode indicar que a mobilização de habilidades cognitivas mais complexas esteve diretamente relacionada ao desenvolvimento de uma visão mais crítica, pelos estudantes, em relação à temática. Este fato pode ser compreendido pelas inter-relações entre os conteúdos químicos e tecnológicos e os impactos ambientais, sociais e econômicos, promovendo o desenvolvimento de habilidades como pensamento mais crítico e argumentação.

A maioria dos grupos de estudantes demonstrou uma postura crítica e reflexiva diante do tema, alcançando perspectivas de contextualização mais complexas como a compreensão da realidade social, a pré-transformação da realidade social e a transformação da realidade social por meio de reflexões fomentadas pelas inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, permitindo o desenvolvimento, pelos estudantes, de uma visão mais crítica em relação ao tema. Na transformação da realidade social, acrescenta-se o fato de os estudantes oferecerem suas contribuições à sociedade com o intuito de minimizar as consequências do consumo das bebidas, atingindo, portanto, a perspectiva de contextualização mais complexa, por meio de ações relacionadas ao consumo de bebidas alcoólicas que extrapolaram a sala de aula.

Parte dos grupos não alcançou efetivamente as perspectivas de contextualização almejadas para a abordagem CTSA. Enquanto alguns grupos limitaram-se a elaboração de propostas que não foram implementadas, apresentando limitações em suas respostas, além de fracas relações CTSA, impedindo-os de apresentarem uma postura mais crítica em relação ao tema, tendo alcançado as perspectivas da aproximação da química com o cotidiano e a pré-compreensão da

realidade social. Dois dos grupos não apresentaram suas respostas à SP e, conseqüentemente, não realizaram ações, dificultando sua classificação nas perspectivas analisadas. Esses dados reforçam a importância do uso de estratégias educacionais que promovam a contextualização aprofundada dos conhecimentos científicos e sua aplicação na resolução de problemas socioambientais, a fim de alcançar a transformação da realidade social.

Portanto, aulas de Química estruturadas com base na abordagem CTSA têm potencial para estimular a atuação cidadã crítica, responsável, consciente; podendo contribuir para a resolução ou mitigação de problemas socioambientais, incentivando os estudantes a tomarem decisões informadas e fundamentadas no conhecimento científico e tecnológico relacionado aos problemas ou temas em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) Una buena idea como quiera que se le llame. **Educación química**, v. 16, n. 2, p. 304-315, 2005.

AIKENHEAD, G. S. The social contract of science: implications for teaching science. In: SOLOMON, J. e AIKENHEAD, G. (Eds.), **STS education - International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.

AKAHOSHI, L. H. **Uma Análise de Materiais Instrucionais com Enfoque CTSA Produzidos por Professores em um Curso de Formação Continuada**. 2012. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências: Modalidade Química) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

AKAHOSHI, L. H.; *et al.* Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzido por professores de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 3, 2018.

ANDRADE, A. G.; OLIVEIRA, L. G. **Principais consequências em longo prazo relacionadas ao consumo moderado de álcool**, Portal Saúde Direta, capítulo 2, 2009.

AQUINO, J. M.; *et al.* Consumo de bebidas alcoólicas por estudantes de escolas públicas da cidade do Recife-PE. SMAD, **Revista Eletrônica Saúde Mental Álcool e Drogas (Edição em Português)**, v. 15, n. 2, p. 60-68, 2019.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.

AYRES-PEREIRA, T. I.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Processo de planejamento de atividades de ensino CTSA por grupos de professores de Química, participantes de cursos de formação continuada. **VIII Seminário Ibero-americano CTS**, 2022.

AYRES-PEREIRA, T. I.; *et al.* Necessidades formativas e concepções sobre ensino contextualizado de um grupo de professores de química. **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campina Grande: Realize Editora, 2023.

BASTOS, A. F. V.; *et al.* Consumo de bebidas alcoólicas por jovens: implicações para o marketing social. **Revista Brasileira de Marketing**, v. 16, n. 4, p. 469-486, 2017.

BRASIL. **Lei nº 8.069**, de 13 de julho de 1990. Estatuto da Criança e do Adolescente. Brasília: Diário Oficial da União, 1990.

CAMACHO, Antonio Carlos Duarte *et al.* CONCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE ELETROQUÍMICA NO CONTEXTO DA PANDEMIA: uma análise de aspectos científicos. In: XXI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE

QUÍMICA, 21., 2023, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: Even3, 2023. p. 1-12.

CANCELIER, A.; *et al.* Influência de parâmetros de processo na obtenção de bebida fermento-destilada de uva-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, p. 59-67, 2013.

CARDOSO, J. A. *et al.* AS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO SOBRE A TEMÁTICA BEBIDAS ALCOÓLICAS E A CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO CTSA. In: Anais do XXII Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais**. Belém (PA) UFPA, 2024.

CARDOSO, J. A.; MARCONDES, M. E. R.; SILVA, M. G. A. UTILIZANDO IDEIAS E CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE BEBIDAS ALCOÓLICAS NA CONSTRUÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO... In: Anais do SimPROFQUI e Workshop do PROFQUI UFAL. **Anais**. Porto Alegre (RS) UFRGS, 2024.

CAVALCANTE, M. B. T.; *et al.* Adolescência, álcool e drogas: uma revisão na perspectiva da promoção da saúde. **Escola Anna Nery**, v. 12, p. 555-559, 2008.

CEREZO, J. A. L.; *et al.* **Ciencia, tecnología y sociedad**. Tecnos, 1996.

COELHO, A. E. F.; MALHEIRO, J. M. S. Manifestação de habilidades cognitivas em um curso de férias: a construção do conhecimento científico de acordo com a Aprendizagem baseada em Problemas. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 505-523, 2019.

CORREIA, K. K. **UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM CTS PARA O ENSINO DE PROPRIEDADES DOS GASES UTILIZANDO EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO COMO RECURSOS DIDÁTICOS**. 2021. 103 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Química - Licenciatura, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2021.

DELIZOICOV, D; *et al.* **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIAS, P. F. **O tema água no ensino de ciências: uma proposta didático pedagógica elaborada com base nos três momentos pedagógicos**. 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

DÍAZ, J. A. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Boletín de Área de Cooperación Científica de la OEI**, Madrid, n. 15, jun. 2001.

FERNANDES, I. M. B.; *et al.* Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FERREIRA, M.; *et al.* Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, v. 11, n. 1, p. 101-118, 2009.

FONSECA, E. M.; LINDEMANN, R. H. Organização da prática pedagógica: compreensões de professoras de ciências sobre abordagem de temas. **Alexandria:**

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 14, n. 1, p. 323-347, 2021.

FREITAS, D.; SANTOS, S. A. M. CTS na produção de materiais didáticos: o caso do projeto brasileiro. Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática. In: III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências. Perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciências - **III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências**. Aveiro: Universidade de Aveiro - Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, 2004, p. 409-413.

FREITAS, B. T. **Investigação dos níveis de etanol em ar exalado, fluido oral e sangue capilar e correlação com efeitos cognitivos e psicomotores em indivíduos após o consumo de bebidas alcoólicas**. 2020. Dissertação (Mestrado em Química) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021.

GARRIDO, E. Analisando a interação verbal professor-alunos segundo categorias baseadas no Modelo de Mudança Conceitual. **Formação de Professores: um Desafio**, 1996.

GIACOMINI, A.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 339-355, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social / Antonio Carlos Gil**. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GONZALEZ, I. M. Análise de um percurso de ensino sobre o lixo urbano na perspectiva CTSA. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Universidade Estadual de Campinas, v. 5, 2011.

GUIMARÃES, Y.; GIORDAN, M. Elementos para validação de sequências didáticas. **Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 9, p. 1-8, 2013.

HALMENSCHLAGER, K. R.; DELIZOICOV, D. Abordagem temática no ensino de ciências: caracterização de propostas destinadas ao ensino médio. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 305-330, 2017.

IBGE. **Panorama da cidade de Iati Pernambuco**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/iati/panorama>. Acesso em: 10 dez. 2022.

JOHNSTONE, A. H. O desenvolvimento do ensino de química: uma resposta em transformação à demanda em constante mudança. **Journal of chemical education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

KANG, S.; *et al.* The influence of students' cognitive and motivational variables in respect of cognitive conflict and conceptual change. **International Journal Of Science Education**, v. 27, n. 9, p. 1037-1058, jan. 2005.

KAZMIERCZAK, E.; *et al.* Aromas e odores: ensino de funções orgânicas em sequência de ensino-aprendizagem. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 214-236, 2018.

KLEIN, S. G.; PEREIRA, D. N.; MUENCHEN, C. Avaliação da aprendizagem na abordagem temática: um olhar para os três momentos pedagógicos. **Investigações Em Ensino de Ciências**, v. 26, n. 1, p. 375-387, 2021.

KRAISIG, A. R.; BRAIBANTE, M. E. F. Concepções de acadêmicos de química licenciatura sobre transformações químicas e os níveis de representação da matéria. **Vivências**, v. 15, n. 28, p. 76-86, 2019.

LEÃO, N. M.; KALHIL, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 9, n. 4, p. 12, 2015.

LEITE, B. S. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educación química**, v. 29, n. 3, p. 61-78, 2018.

MACHADO, A. A. S. **BEBIDAS ALCOÓLICAS**: uma análise comparativa entre bebidas fermentadas e bebidas destiladas. 2022. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Química Industrial, Faculdade de Química, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

MAESTRELLI, S. G.; LORENZETTI, L. As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e os livros didáticos. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 13, n. 26, p. 05-21, 2017.

MAGOGA, T. F.; MUENCHEN, C. A Abordagem Temática caracterizada por pesquisadores da área de Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 315-343, 2020.

MARCONDES, M. E. R.; et al. ASPECTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS RELACIONADOS A PILHAS E BATERIAS: PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO. In: Anais do 21 Encontro Nacional de Ensino de Química. **Anais**. Uberlândia (MG) Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

MARCONDES, M. E. R.; et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em ensino de ciências**, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MARCONDES, M. E. R.; et al. **Oficinas temáticas no ensino público: formação continuada de professores**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2007.

MARCONDES, M. E. R.; AYRES-PEREIRA, T. I.; AKAHOSHI, L. H.; SOUZA, F. L. Materiais de ensino na perspectiva CTSA para o ensino de Química—elementos organizadores para a sua construção. **XII EPPEQ-Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química**, v. 1, n. 12, 2023.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de Pesquisa: pesquisa, planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa elaboração, análise e interpretação de dados. Revisada e ampliada. São Paulo, SP: Atlas, 1999.

MIRI, B.; *et al.* Purposely teaching for the promotion of higher-order thinking skills: A case of critical thinking. **Research in science education**, v. 37, p. 353-369, 2007.

MORENO, R. S.; VENTURA, R. N.; BRÊTAS, J. R. S. Ambiente familiar e consumo de álcool e tabaco entre adolescentes. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 27, p. 354-360, 2009.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos**: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2010

PALACIOS, F. J. P.; AGUILERA, D. Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? **Ápice. Revista de Educación Científica**, v. 4, n. 1, p. 1–15, 2020.

PALMIERI, L. J; *et al.* O enfoque ciência, tecnologia e sociedade como promoção da alfabetização científica e tecnológica em museus de ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 21-42, 2017.

PAULAIN, João Bosco; FARIAS, Sidilene Aquino de. Abordagem do Tema Socioambiental “Lixo em Meio Aquático”: Uma Estratégia Reflexiva Com Enfoque CTS no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 4, n. 2, 2021.

PEIXOTO, C. R. M.; *et al.* Miniprojeto para ensino de química geral experimental baseado na fermentação do caldo de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 35, p. 1686-1691, 2012.

PEREIRA, T. I. A. **Transformações químicas**: visões e práticas de professores de ciências. 2013. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

Pinheiro, N. A. M.; *et al.* Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação (Bauru)** [online], v.13, n.1, 2007.

PITOMBO, L. R. M; MARCONDES, M. E. R. (coords). **Projeto Pró-Ciências**. São Paulo: Fapesp, 2001.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REGO, T. C. E. D. **Avaliação de um método de cromatografia em fase gasosa head space e estudo da estabilidade do etanol em amostras de sangue**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Bioanálises e Medicamentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

RIBEIRO, D. C. A.; *et al.* A temática ambiental Agrotóxicos no Ensino de Ciências da Educação Básica: uma revisão bibliográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química**, v. 2, n. 1, 2021.

ROMANO, M.; *et al.* Pesquisa de compra de bebidas alcoólicas por adolescentes em duas cidades do Estado de São Paulo. **Revista de saúde pública**, v. 41, n. 4, p. 495-501, 2007.

SANCHO, F. M. *et al.* Factors influencing youth alcohol consumption intention. **Journal Of Social Marketing**, v. 1, n. 3, p. 192-210, 11 out. 2011.

SANTOS, G. S.; OLIVEIRA, M. F. A. Construção do Conhecimento em Sala de Aula: enfoque no Ensino por Investigação. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 2, n. 1, p. 67-71, 2019.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

SANTOS, W.L.P., SCHNETZLER, R.P. **Educação em química** – compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora Unijuí, 1997.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química nova**, v. 25, p. 14-24, 2002.

SCHNETZLER, R. P.; ROSA, M. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química nova na escola**, v. 8, p. 31, 1998.

STURMAN, A. (1988) Case study methods. In Keeves, J.P. (Ed). **Educational research, methodology, and measurement. An international handbook**. Oxford, Pergamon Press. p. 61-66.

SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. O ensino de astronomia em uma abordagem interdisciplinar no ensino médio: potencialidades para a promoção da alfabetização científica e tecnológica. In: **VIII WORKSHOP DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E EM MATEMÁTICA**. p. 10, 2019.

SILVA, E. L. **Contextualização no Ensino de Química**: idéias e proposições de um grupo de professores. 2007. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Ciências, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, p. 65-83, 2015.

SILVA, E. L.; SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. "Transformações químicas" e "transformações naturais": um estudo das concepções de um grupo de estudantes do ensino médio. **Educación química**, v. 19, n. 2, p. 114-120, 2008.

SILVA, E. L.; WARTHA, E. J. Estabelecendo relações entre as dimensões pedagógica e epistemológica no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 24, p. 337-354, 2018.

SIQUEIRA, G. C. *et al.* CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021.

SOARES, S. J. Pesquisa científica: uma abordagem sobre o método qualitativo. **Revista Ciranda**, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2019.

SOUZA, B. C.; VALADARES, J. M. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22002, 2022.

SOUZA, F. L.; MARCONDES, M. E. R. Interações verbais e cognitivas em aulas de Química contextualizadas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 95-119, 2013.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Interunidades de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

VACILOTO, N. C. N.; PAULINO, A. C. A.; MARCONDES, M. E. R. CTS no Ensino de Eletroquímica: o que trazem os documentos oficiais do Estado de São Paulo e o que fazem os professores. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 549-570, 2019.

VACILOTO, N.C.N; PEREIRA, T. I. A; AKAOSHI, L.H; MARCONDES, M.E.R. **Contextualização e CTSA no Ensino de Química: compreensão e propostas de professores**. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN – 25 a 28 de junho de 2019.

VEIGA, L. D. B.; *et al.* Prevalência e fatores associados à experimentação e ao consumo de bebidas alcoólicas entre adolescentes escolares. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 24, p. 368-375, 2016.

WARTHA E.; ALÁRIO, A. F. A Contextualização no Ensino de Química Através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**. Nº 22, 2005.

WARTHA, E. J.; SILVA, E.L.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZOLLER, U.; *et al.* Algorithmic and LOCS and HOCS (chemistry) exam questions: performance and attitudes of college students. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 24, n. 2, p. 185-203, 2002.

ZOLLER, U.; PUSHKIN, D. Matching higher-order cognitive skills (HOCS) promotion goals with problem-based laboratory practice in a freshman organic chemistry

course. **Chemistry Education Research and Practice**, Ioannina, v. 8, n. 2, p. 153-171, 2007.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

Neste apêndice é disponibilizado o acesso ao Produto Educacional desenvolvido no âmbito desta pesquisa, intitulado **"Sequência de Ensino: O Custo de Uma Dose"**. O material foi elaborado com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), tendo como tema central as bebidas alcoólicas. O produto educacional encontra-se em formato digital e pode ser acessado por meio do QR Code abaixo:



A sequência de ensino é composta por um conjunto de atividades que buscam auxiliar os estudantes no aprofundamento de conhecimentos científicos relacionados ao tema, ao mesmo tempo em que promovem o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas, favorecendo a tomada de decisões fundamentadas e o desenvolvimento de posturas críticas diante das questões abordadas.

Sua construção está alinhada aos pressupostos metodológicos que orientaram esta pesquisa, buscando integrar conteúdos científicos com discussões de relevância social, ambiental e tecnológica.